



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO SUSTITUTO CHAPALA- GUADALAJARA.

MARZO 2026



ÍNDICE

I.RESUMEN EJECUTIVO	1
II.ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	6
II.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	6
II.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	10
II.2.1. ANTECEDENTES DE LA OFERTA.....	11
II.2.2. FUENTES SUBTERRÁNEAS	12
II.2.2.1. MUNICIPIOS SIAPA	17
II.2.2.2 JUANACATLÁN.....	20
II.2.2.3. EL SALTO.....	20
II.2.2.4. TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA	21
II.2.2.5. IXTLAHUACÁN DE LOS MEMBRILLOS	22
II.2.2.6. CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES SUBTERRÁNEAS	24
II.2.3 FUENTES SUPERFICIALES	24
II.2.3.1 LAGO DE CHAPALA	24
II.2.3.2 PRESA ELÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ (PRESA CALDERÓN)	30
II.2.4 OFERTA SUSTENTABLE	33
II.2.5 PROYECCIÓN DE LA OFERTA ACTUAL	35
II.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	38
II.3.1 POBLACIÓN.....	40
II.3.2 CONSUMOS	45
II.3.2.1 USUARIOS NO DOMÉSTICOS	45
II.3.2.2 TOMAS POR TIPO DE MEDICIÓN.....	46
II.3.2.3 CÁLCULO DE LA DEMANDA ACTUAL	47
II.3.2.4 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL.....	47
II.4 INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	49
III.SITUACIÓN SIN EL PPI	51
III.1 OPTIMIZACIONES.....	51
III.2. PROYECCIÓN DE LA OFERTA DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	52
III.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	53
III.4 DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	54
III.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	56
IV.SITUACIÓN CON EL PPI	62
IV.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	62

IV.2 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA.....	70
IV.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	78
IV.4 CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	80
IV.5 MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	81
IV.6 FUENTES DE FINANCIAMIENTO	82
IV.7 CAPACIDAD INSTALADA	82
IV.8 METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN.....	82
IV.9 VIDA ÚTIL	83
IV.10 DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	84
IV.11 ANÁLISIS DE LA OFERTA	86
IV.12 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	87
IV.13 INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	88
V.EVALUACIÓN DEL PPI	91
V.1 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI.....	91
V.1.1 COSTOS DE INVERSIÓN.	91
V.1.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	91
V.2 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI.....	92
V.2.1 FUNCIÓN DE DEMANDA.....	93
V.2.2 BENEFICIOS POR MAYOR CONSUMO.	95
V.2.3 POR LIBERACIÓN DE RECURSOS POR AHORRO DE COSTOS EN ABASTECIMIENTO CON PIPAS.....	101
V.2.4 BENEFICIOS POR AHORRO DE COSTOS EN POTABILIZACIÓN Y OPERACIÓN DEBIDO AL ACUEDUCTO SUSTITUTO.....	103
V.2.5 BENEFICIOS POR COSTOS EVITADOS DEBIDO A LA PROBABILIDAD DE FALLA DEL ACUEDUCTO CHAPALA-GUADALAJARA	104
V.3 CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.	105
V.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	107
V.5 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	109
VI.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
VII.BIBLIOGRAFÍA	113

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Descripción del proyecto.....	2
Ilustración 2 Cobertura de servicio de agua potable del AMG.....	7
Ilustración 3 Diagrama de causa-efecto relativo a suministro insuficiente de agua potable.....	8

Ilustración 4 Delimitación del acuífero Atemajac.....	13
Ilustración 5 Delimitación del acuífero Toluquilla.....	14
Ilustración 6 Delimitación del acuífero Cajititlán.....	15
Ilustración 7 Ubicación de los principales sistemas de pozos	18
Ilustración 8 Conducción del sistema de pozos Toluquilla	19
Ilustración 9 Infraestructura de abastecimiento de Juanacatlán.....	20
Ilustración 10 Infraestructura de abastecimiento de El Salto.....	21
Ilustración 11 Infraestructura de abastecimiento de Tlajomulco de Zúñiga	22
Ilustración 12 Localización de las captaciones (fuentes de abastecimiento subterráneas).	23
Ilustración 13 Lago de Chapala.....	25
Ilustración 14 Líneas de conducción de agua en bloque del Lago de Chapala.....	27
Ilustración 15 Perfil topográfico Chapala - Guadalajara	28
Ilustración 16 Trazo del acueducto Chapala – Guadalajara.....	30
Ilustración 17 Ubicación de potabilizadoras del SIAPA.	35
Ilustración 18 Municipios en el Área Metropolitana de Guadalajara	40
Ilustración 19 Esquema para Acueducto Sustituto Chapala – Guadalajara	62
Ilustración 20 Esquema perfil topográfico del trazo del acueducto.....	63
Ilustración 21 Vista aérea de la estación de bombeo Chapala.....	63
Ilustración 22 Vista aérea del tanque de cambio de régimen existente	64
Ilustración 23 Esquema vista aérea del tanque de entrega.....	65
Ilustración 24 Esquema perfil topográfico de la línea de impulsión.....	66
Ilustración 25 Esquema perfil topográfico de la línea de gravedad.....	67
Ilustración 26 Esquema diseño conceptual de la línea de impulsión.....	68
Ilustración 27 Esquema línea de conducción estación de bombeo a tanque de cambio de régimen.....	68
Ilustración 28 Esquema tanque de oscilación.....	69
Ilustración 29 Esquema tanque de cambio de régimen.....	69
Ilustración 30 Esquema línea de conducción de tanque de cambio de régimen a tanque de entrega	69

Índice de gráficas

Gráfica 1 Proyección oferta-demanda con proyecto (m^3/s).....	3
Gráfica 2 Análisis de confiabilidad y riesgo de falla de una estructura, en función de su vida útil y de su mantenimiento.....	9
Gráfica 3 Relación lineal de la probabilidad de falla de una estructura, respecto a su vida útil remanente.	10
Gráfica 4 Proyección de población total para municipios del AMG: Guadalajara, Zapopan, Tonalá y San Pedro Tlaquepaque	43

Gráfica 5 Proyección de población total para municipios del AMG: El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Juanacatlán, Zapotlanejo e Ixtlahuacán de los Membrillos	44
Gráfica 6 Proyección de la población en el Área Metropolitana de Guadalajara al 2058	44
Gráfica 7 Proyección del balance oferta-demanda de la situación actual del AMG (l/s)	50
Gráfica 8 Proyección del balance oferta-demanda de la situación sin proyecto del AMG (l/s)	56
Gráfica 9 Niveles máximos y mínimos del Lago de Chapala Período 1990-2024	64
Gráfica 10 Proyección del balance oferta – demanda en la situación con proyecto (l/s).....	90
Gráfica 11 Función de demanda para la AMG	95
Gráfica 12 Sensibilidad a incrementos en el monto de inversión.....	107
Gráfica 13 Sensibilidad a incrementos en los costos de operación.....	108
Gráfica 14 Sensibilidad a disminución de los beneficios	109

Índice de tablas

Tabla 1 Inversión propuesta (pesos 2026).....	3
Tabla 2 Caudales históricos extraídos de agua superficial y subterránea 2001-2022 del SIAPA (m ³ /s).....	11
Tabla 3 Gasto promedio producido por las fuentes de abastecimiento del AMG.	12
Tabla 4 Recarga y balance de los acuíferos el AMG (Hm ³).....	15
Tabla 5 Gasto promedio anual aportado del Lago de Chapala.	25
Tabla 6 Cadenamiento en el Sistema Acueducto Chapala – Guadalajara.	29
Tabla 7 Cadenamiento del Sistema Antiguo Chapala – Guadalajara.	29
Tabla 8 Gasto promedio anual aportado por la presa Elías González Chávez.....	30
Tabla 9 Volumen explotado urbano y no urbano de los acuíferos.	34
Tabla 10 Volumen y gasto sustentable urbano y no urbano de los acuíferos.	34
Tabla 11 Gasto promedio anual abastecido por las fuentes del SIAPA (m ³ /s).....	36
Tabla 12 Gasto promedio anual abastecido por las fuentes de los municipios conurbados en 2020 (m ³ /s).	36
Tabla 13 Porcentaje de pérdidas físicas.....	37
Tabla 14 Proyección de la oferta en la situación actual (l/s).	37
Tabla 15 Proyección de población del AMG.	40
Tabla 16 Proyección de la población del AMG (2020-2058).....	42
Tabla 17 Usuarios no domésticos del SIAPA (tomas).	45
Tabla 18 Consumos de los usuarios no domésticos del SIAPA.	45
Tabla 19 Tomas de usuarios con cuota fija.	46
Tabla 20 Tomas de usuarios con servicio medido.....	47
Tabla 21 Demanda actual del AMG (año 2025).....	47
Tabla 22 Proyección de Demanda de la Situación Actual del AMG.....	48
Tabla 23 Proyección del Balance Oferta-Demanda de la Situación Actual del AMG.	49

Tabla 24 Pérdidas físicas históricas del SIAPA.....	51
Tabla 25 Recuperación de caudales estimada (l/s).	51
Tabla 26 Proyección de la oferta en la situación sin proyecto (l/s).	52
Tabla 27 Proyección de demanda de la situación sin proyecto del AMG (l/s).	53
Tabla 28 Proyección del balance oferta-demanda de la situación sin proyecto del AMG (l/s).	54
Tabla 29 Tipo de bombas analizadas.....	57
Tabla 30 Comparativa entre equipos de bombeo.....	57
Tabla 31 Comparativa de costos entre tubería para conducción.....	59
Tabla 32 Comparativa de costos de energía.	60
Tabla 33 Comparativa de costos anuales para todas las condiciones.	61
Tabla 34 Principales temas PROMARNAT.	73
Tabla 35 Objetivos prioritarios PROMARNAT.....	74
Tabla 36 Programa Nacional Hídrico 2020-2024.....	75
Tabla 37 Resultados Esperados y Estrategias Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza 2024-2030.	76
Tabla 38 Coordenadas del trazo de la línea de conducción Tramo Impulsión.	79
Tabla 39 Coordenadas del trazo de la línea de conducción Tramo Gravedad.	80
Tabla 40 Calendario de inversiones (pesos 2026).	81
Tabla 41 Inversión estimada (pesos 2026).	81
Tabla 42 Metas anuales de producción (l/s).	82
Tabla 43 Proyección de la oferta en la situación con proyecto (l/s).	86
Tabla 44 Proyección de demanda de la situación con proyecto del AMG (l/s).	87
Tabla 45 Proyección del balance oferta- demanda de la situación con proyecto del AMG (l/s).	88
Tabla 46 Costos de Inversión (pesos 2026).	91
Tabla 47 Costos de operación y mantenimiento sin IVA (pesos 2026).	91
Tabla 48 Funciones de demanda por agrupamiento climático.....	94
Tabla 49 Datos para la función de la demanda.....	94
Tabla 50 Proyección de los consumos sin proyecto.	96
Tabla 51 Proyección de los consumos con proyecto.	97
Tabla 52 Precios implícitos sin y con proyecto.	98
Tabla 53 Beneficios por mayor consumo (pesos 2026).	100
Tabla 54 Beneficios por liberación de recursos de agua de pipa (pesos 2026).	101
Tabla 55 Beneficios por liberación de recursos por ahorro de costos de potabilización y conducción (pesos 2026).	103
Tabla 56 Proyección de beneficios ante eventos de fallas en el acueducto Chapala-Guadalajara (pesos 2026).	104

Tabla 57 Proyección de beneficios y costos sociales (pesos 2026).	106
Tabla 58 Indicadores de rentabilidad (pesos 2026).	107
Tabla 59 Sensibilidad a incrementos en el monto de inversión.....	108
Tabla 60 Sensibilidad a incrementos en los costos de operación.	108
Tabla 61 Sensibilidad a disminución de los beneficios por mayor consumo.	109
Tabla 62 Matriz de riesgos.	109
Tabla 63 Indicadores de rentabilidad socioeconómica (año 0=2026).....	111

PROMOVENTE

GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO
COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO

Domicilio:

Calle Francia 1726, Col. Moderna,
Guadalajara, Jal CP. 44190, Tel. (33) 3030 9200

OBJETIVO DEL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Determinar la conveniencia del proyecto *“Construcción de la Infraestructura del Acueducto Sustituto Chapala-Guadalajara”* mediante la valoración en términos monetarios de los costos y beneficios asociados al proyecto de inversión.

TIPO DE PROYECTO DE INVERSIÓN

Proyecto de Infraestructura Económica.

I. RESUMEN EJECUTIVO

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI	El crecimiento poblacional y económico del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) ha derivado en un incremento en el déficit existente de provisión de agua potable para la zona, lo cual podría agravarse si la infraestructura de abastecimiento no logra tener los niveles de eficiencia técnica y operativa que garanticen su pleno funcionamiento. El sistema Chapala-Guadalajara representa una infraestructura estratégica pues actualmente aporta poco más del 50% del agua que se entrega a los municipios metropolitanos. El acueducto existente ya cumplió su vida útil por lo que se requiere analizar la conveniencia técnica y económica de la construcción de un acueducto sustituto. El proyecto se integra por la construcción de una línea de impulsión (línea a bombeo), línea por gravedad, estación de bombeo y adquisición de algunos predios. El objetivo principal es garantizar la seguridad hídrica mediante infraestructura que no tenga altas probabilidades de falla.
------------------	--

Problemática Identificada	El Sistema Antiguo Chapala – Guadalajara (Canal Atequiza) y el Sistema Acueducto Chapala - Guadalajara constituyen una infraestructura hidráulica que opera a partir de un perfil topográfico detallado, con datos clave de cadenamiento, elevación y puntos de control estratégicos. Este sistema abastece de agua en bloque del Lago de Chapala para su potabilización y posterior distribución. La vida útil de ambos sistemas ha sido rebasada, y dado la carencia de mantenimiento adecuado durante su operación, ha llevado a que actualmente presenten fragilidad operativa, poniendo el riesgo el abasto metropolitano. Desde 1956, la principal fuente de abastecimiento de agua en bloque para Guadalajara es el Lago de Chapala, mismo que durante los últimos años ha presentado una tendencia decreciente en sus niveles de almacenamiento. En promedio de los últimos 25 años se han extraído 6.0 lps. Por otra parte, el gasto total para uso público urbano que representan 4.456 m³/s de agua concesionada no corresponde al agua explotada en su totalidad, por lo que, para fines de establecer el caudal de aprovechamiento de agua, se utilizan los reportes de los Organismos Operadores sobre el caudal explotado en los mismos. • SIAPA. - De acuerdo con los registros proporcionados por el SIAPA, en la actualidad se cuenta con un total de 169 pozos distribuidos en los cuatro municipios de servicio, aprovechando un caudal de 2.70 m³/s para el último año. • Tlajomulco de Zúñiga. - Tiene 61 pozos en operación con un caudal producido de 0.423 m³/s. • El Salto. - Cuenta con 9 pozos y se estima un aprovechamiento de 0.053 m³/s. • Juanacatlán. - Cuenta con 12 pozos y se estima un aprovechamiento de 0.074 m³/s. • Ixtlahuacán de los Membrillos. - Tiene registrados 33 pozos profundos con un caudal aprovechado de 0.100 m³/s. • Zapotlanejo, se tiene un dato de 0.044 m³/s.
---------------------------	---

- Servicio doméstico en desarrollos habitacionales en los cuatro municipios antes mencionados 0.141 m³/s.
- Otros usuarios autoabastecidos en toda el AMG 0.665 m³/s.

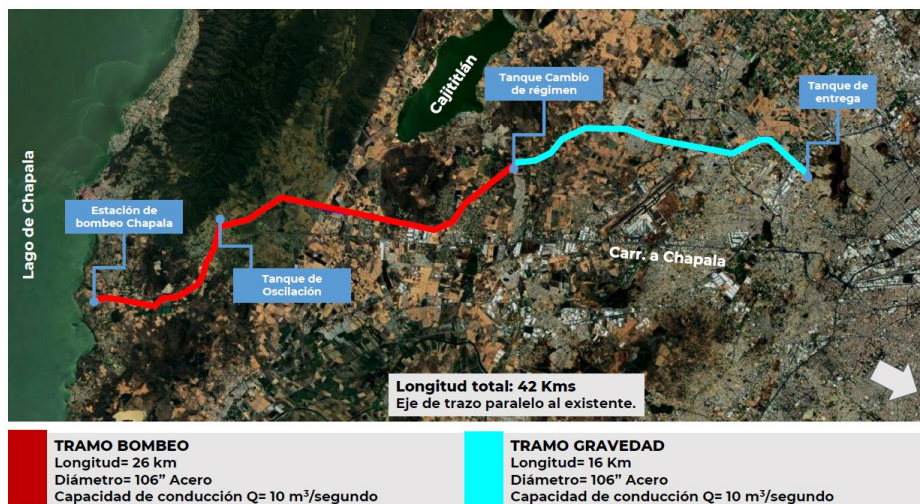
Con base en el análisis de la demanda de agua se estimó un déficit durante todo el horizonte de análisis. A los valores de producción se deberá restar el componente de pérdidas físicas por lo que se tiene un déficit al comparar la oferta disponible y la demanda, en un marco de fuentes de abastecimiento que no presentan sustentabilidad de largo plazo, lo que deriva en una problemática futura complicada para atender las necesidades propias de desarrollo de esta zona geográfica del país.

El Acueducto Chapala Guadalajara se ubica dentro del derecho de vía en el cual se había previsto un segundo acueducto. Es por lo anterior, que el Acueducto Sustituto tendrá el mismo trazo del actual Acueducto.

La propuesta de proyecto contempla las siguientes acciones.

- Línea de Conducción de la Estación de Bombeo Chapala a Tanque de Cambio de Régimen.
- Tanque de Oscilación.
- Estructura de Cambio de Régimen.
- Línea de Conducción por Gravedad del Tanque de Cambio de Régimen al Tanque de Entrega Cerro del 4.
- Tanque de Entrega.

Ilustración 1 Descripción del proyecto.

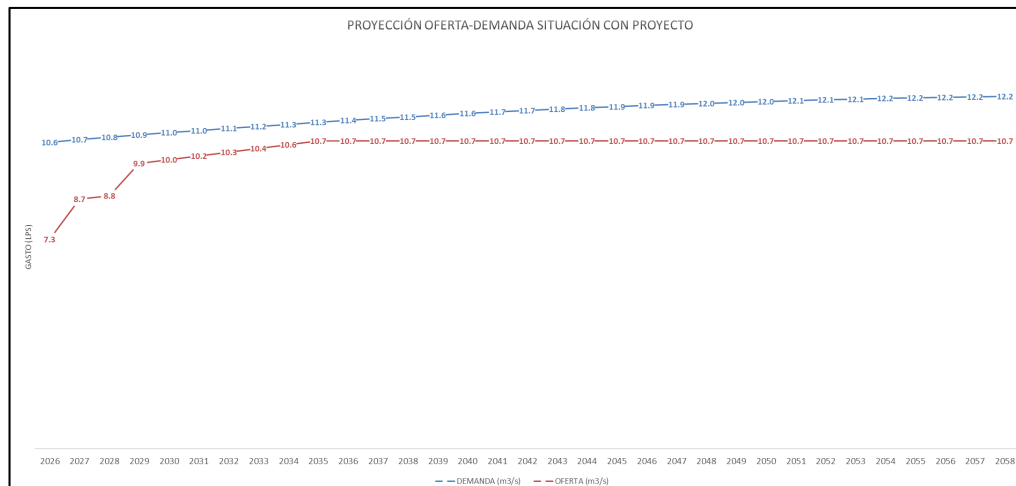


Fuente: CEA Jalisco.

Este conjunto de obras permitirá abastecer de agua al AMG a partir del año 2029 con 1.5 m³/s adicionales a la producción existente (promedio anual), permitiendo que el balance oferta-demanda sea como se muestra en la gráfica 1.

Breve
descripción del
PPI

Gráfica 1 Proyección oferta-demanda con proyecto (m³/s).



Fuente: Elaboración propia.

Con base en información paramétrica de proyectos de infraestructura y el monto de inversión previsto en estos componentes a futuro, se estima que el proyecto genere:

- 2,485 empleos directos
- 1.243 empleos indirectos

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Objetivo del estudio	El objetivo del estudio es determinar la rentabilidad socioeconómica de llevar a cabo el proyecto “ <i>Construcción de la Infraestructura del Acueducto Sustituto Chapala-Guadalajara</i> ” y puesta en operación del mismo.												
Horizonte de Evaluación	El horizonte de evaluación comprende 33 años, considerando los años 2026-2028 como periodo de inversión (30 meses). La operación del proyecto iniciará en 2029 y hasta el año 2058 (30 años de vida útil).												
Descripción de los principales costos del PPI	Los principales componentes de inversión del proyecto se presentan a continuación, ascendiendo a \$10,136,374,704.85 (diez mil ciento treinta y seis millones trescientos setenta y cuatro mil setecientos cuatro pesos 85/100 M.N.), IVA incluido (pesos 2026). <i>Tabla 1 Inversión propuesta (pesos 2026).</i> <table><tr><th></th><th>MONTO SIN IVA</th><th>MONTO CON IVA</th></tr><tr><td>Línea de impulsión (línea a bombeo)</td><td>\$4,083,323,333.54</td><td>\$4,736,655,066.91</td></tr><tr><td>Línea por gravedad</td><td>\$2,348,896,239.60</td><td>\$2,724,719,637.94</td></tr><tr><td>Estación de Bombeo</td><td>\$2,155,172,413.79</td><td>\$2,500,000,000.00</td></tr></table>		MONTO SIN IVA	MONTO CON IVA	Línea de impulsión (línea a bombeo)	\$4,083,323,333.54	\$4,736,655,066.91	Línea por gravedad	\$2,348,896,239.60	\$2,724,719,637.94	Estación de Bombeo	\$2,155,172,413.79	\$2,500,000,000.00
	MONTO SIN IVA	MONTO CON IVA											
Línea de impulsión (línea a bombeo)	\$4,083,323,333.54	\$4,736,655,066.91											
Línea por gravedad	\$2,348,896,239.60	\$2,724,719,637.94											
Estación de Bombeo	\$2,155,172,413.79	\$2,500,000,000.00											

	Predios	\$175,000,000.00	\$175,000,000.00
	Total	\$8,762,391,986.94	\$10,136,374,704.85
Fuente: Elaboración a partir de información de la CEA Jalisco.			
Por otra parte, los costos de mantenimiento y operación se calcularon considerando el efecto neto, es decir, la variación respecto a la operación actual. El total asciende a \$168,935,381.00 (ciento sesenta y ocho millones novecientos treinta y cinco mil trescientos ochenta y un pesos 00/100 MN) incluyendo IVA (pesos 2026). Finalmente, como parte de los flujos de costos del proyecto, se identificó que en el año 20 deberá realizarse una reinversión en equipos de bombeo, la cual se incorporó por un monto de \$706,544,400.00 en el año 2048 del escenario de evaluación.			
Descripción de los principales beneficios del PPI	El análisis de la problemática permitió identificar los siguientes beneficios: (1) Mayor consumo atribuible al mayor aporte de agua debido a la capacidad hidráulica de la infraestructura que permitirá utilizar el gasto autorizado para explotación (2) Liberación de recursos de agua de pipa debido a que podrá reducirse el programa emergente anual dado el mayor aporte de agua debido a la capacidad hidráulica de la infraestructura. (3) Liberación de recursos por ahorro en los costos de potabilización en la PP1 debido a la mejora en la calidad del agua al evitarse el abasto por el sistema del canal de Atequiza. (4) Beneficio por evitarse la pérdida de consumo de agua potable de la población ante un evento de falla de la línea de conducción. (5) Beneficio por ahorro de costos por las reparaciones emergentes ante un evento de falla de la línea de conducción. (6) Beneficio por ahorro de costos en el servicio de entrega de agua en pipas ante un evento de falla de la línea de conducción. (7) Liberación de recursos por ahorro de costos en el mantenimiento anual de la línea de conducción existente. La estimación de beneficios asociados al consumo de agua potable se hizo únicamente para usuarios domésticos, por lo que se definió un escenario conservador para la evaluación. El valor actual calculado al año 2026 del flujo de beneficios asciende a \$10,706,688,614 (pesos 2026).		
Monto total de inversión (con IVA)	El monto total de inversión previsto asciende a \$10,136,374,704.85 (diez mil ciento treinta y seis millones trescientos setenta y cuatro mil setecientos cuatro pesos 85/100 M.N.), IVA incluido (pesos 2026).		
Indicadores de Rentabilidad del PPI			
Valor Actual Neto Social (VANS)		\$1,649,820,652	

Tasa Interna de Retorno (TIR)	12.17%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	13.02%
Conclusión	
Conclusión del Análisis del PPI	Los resultados obtenidos a partir de la estimación de flujos de beneficios y costos sociales del proyecto permiten concluir que la obra <i>“Construcción de la Infraestructura del Acueducto Sustituto Chapala-Guadalajara”</i> es socialmente rentable, por lo que resulta conveniente para el país su ejecución. Como se observa, el valor actual neto es positivo y tanto la TIR como la TRI tienen un valor superior a la tasa de descuento social (10%), por lo que cumplen con el criterio técnico para determinar la conveniencia del proyecto. En lo correspondiente a la sensibilización de variables, se trabajó con la inversión, los costos de operación y mantenimiento, así como con los beneficios por mayor consumo, manteniendo la rentabilidad del proyecto ante variaciones superiores al 25%. En el caso de la inversión tiene una sensibilidad hasta 21%, pero se considera adecuado toda vez que se cuenta con el proyecto ejecutivo de la obra. Por lo antes expuesto y de conformidad con el análisis realizado, se concluye que el proyecto es socialmente rentable, por lo que resulta viable su ejecución.

II. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

II.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) es la segunda metrópoli más grande de México, con una población de poco más de 5.2 millones de habitantes, y una superficie de 3,265.46 km², de los cuales 883 son clasificados como superficie urbana. comprende nueve municipios: El Salto, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, San Pedro Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá, Zapopan y Zapotlanejo. (Agenda de Resiliencia Hídrica del Área Metropolitana de Guadalajara, IMEPLAN, 2023)

El AMG se localiza en la cuenca del Valle del Río Grande de Santiago, en los Valles de Atemajac y la Planicie de Tonalá, entre las provincias montañosas de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, en la Región Centro del Estado de Jalisco.

Derivado del artículo 94 de la Ley de Gobierno y la Administración Pública Municipal del Estado, la infraestructura urbana es la que corresponde a los servicios públicos municipales tales como el agua potable, el alcantarillado, energía eléctrica y recolección de residuos sólidos. De manera introductoria a continuación se menciona la situación general de la infraestructura urbana y servicios públicos municipales antes mencionados.

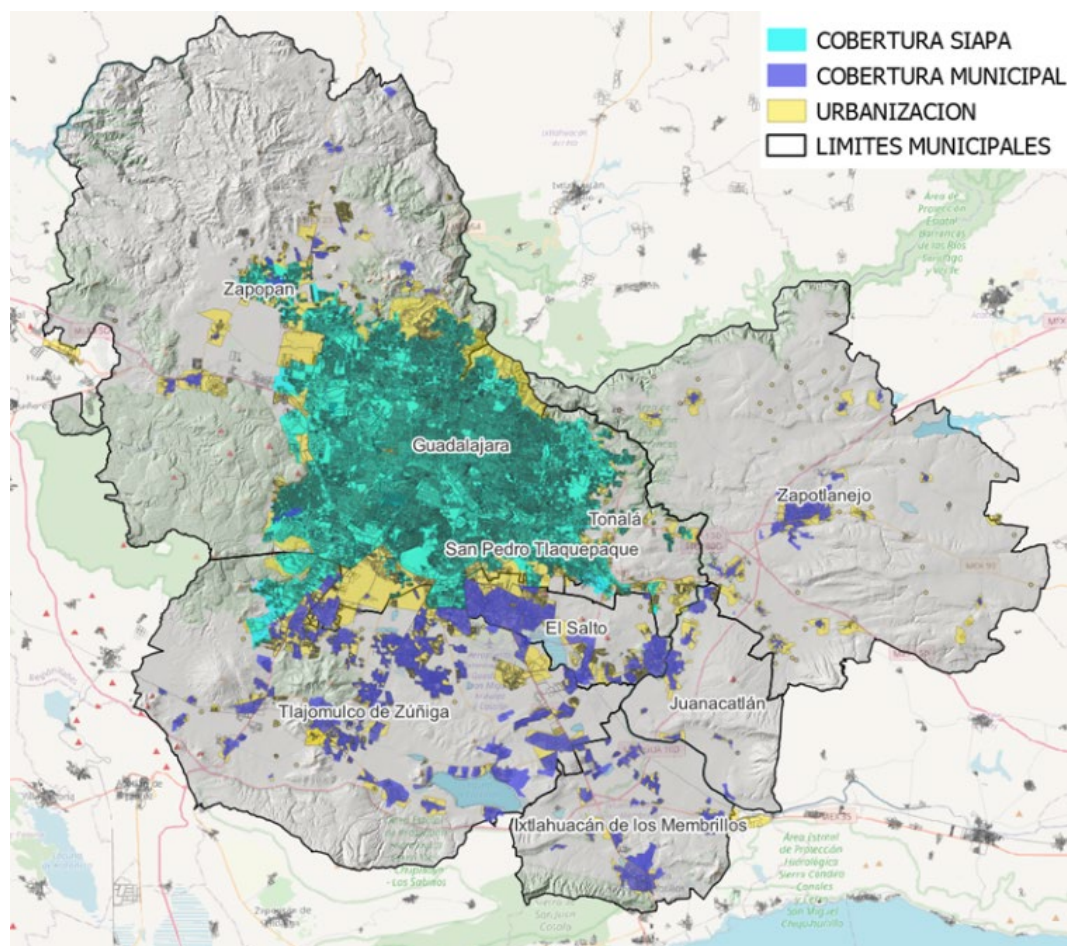
Los servicios de agua potable y alcantarillado son proporcionados por organismos públicos descentralizados y comisiones edilicias, siendo esta heterogeneidad una de las grandes problemáticas en la prestación del servicio metropolitano. En Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan y Tonalá se abastece a la mayoría de la población a través del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA). A pesar de esto el municipio de Tonalá aún no tiene abastecimiento en la totalidad del territorio. En Tlajomulco, opera el Sistema de Agua Tlajomulco (SIAT); y el resto de los municipios son operados por las comisiones edilicias de agua potable y alcantarillado.

Las fuentes actuales son subterráneas y superficiales, siendo que las subterráneas presentan un esquema muy fuerte de sobre explotación que provoca su abatimiento con una gran celeridad, mientras que las fuentes superficiales tienen un comportamiento que tiende a la baja y con un comportamiento errático.

La ilustración 2 muestra en color azul la cobertura por parte del SIAPA, que abarca una superficie de 506 km² de un total de 883 km² de área urbanizada, lo que representa el 57% de la cobertura y donde se puede observar que las zonas fuera

de esta cobertura son dispersas y donde la zona al sur resalta por ser la de mayor dimensión sin este tipo de servicio intermunicipal.

Ilustración 2 Cobertura de servicio de agua potable del AMG.



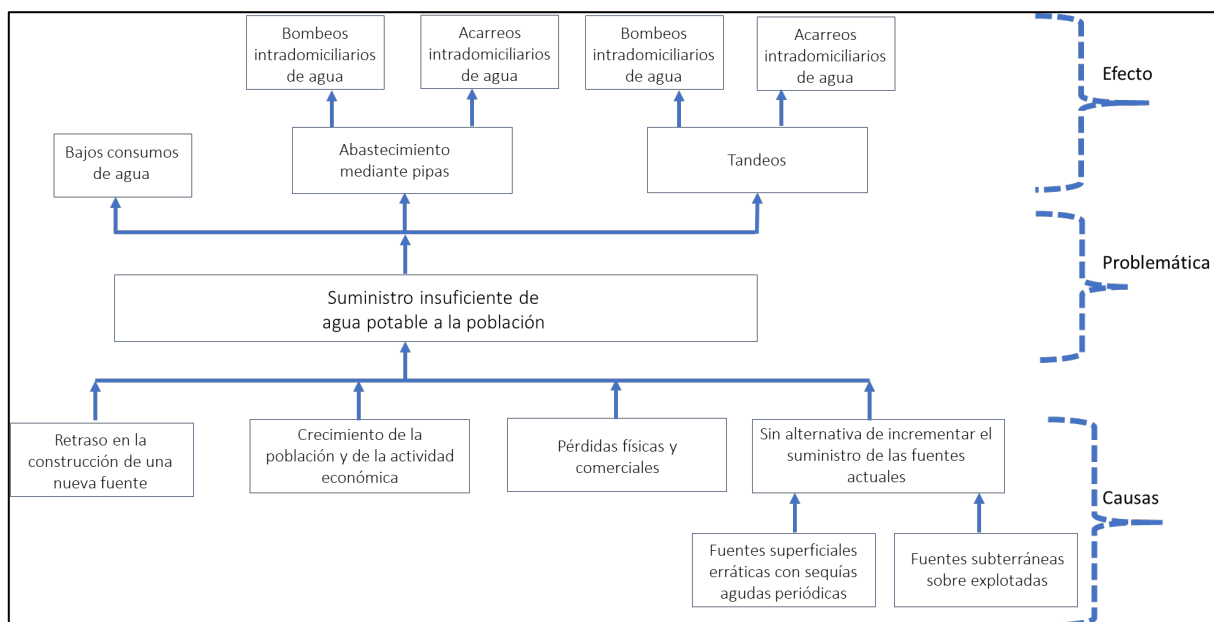
Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

El Lago de Chapala representa la principal fuente de abastecimiento, por lo que el sistema extracción y bombeo tiene carácter estratégico para el suministro de agua en bloque a la zona metropolitana.

Por tal motivo, y ante el riesgo que representa que la principal fuente de abastecimiento de agua tenga una expectativa tal que lleve a imposibilitar la conducción de agua es que las autoridades del estado en materia de agua, representadas por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA), dependiente del Poder Ejecutivo Estatal, han efectuado el análisis de diversas alternativas que reduzcan la situación de vulnerabilidad existente.

La problemática de suministro insuficiente para el AMG se plasma en el siguiente diagrama¹.

Ilustración 3 Diagrama de causa-efecto relativo a suministro insuficiente de agua potable.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Diagnóstico Integral de Planeación 2018 del SIAPA.

Ante la problemática de déficit en el abasto pues es insuficiente, resulta relevante analizar las alternativas que permitan elevar el nivel de servicio de la infraestructura existente, así como aprovechar los derechos de abastecimiento existentes para maximizar la entrega de agua potable a la población. En el caso de la infraestructura del Sistema Chapala-Guadalajara se detecta que la vida útil ha concluido, por lo que resulta necesario analizarlo a la luz de la probabilidad de falla que pudiera tener.

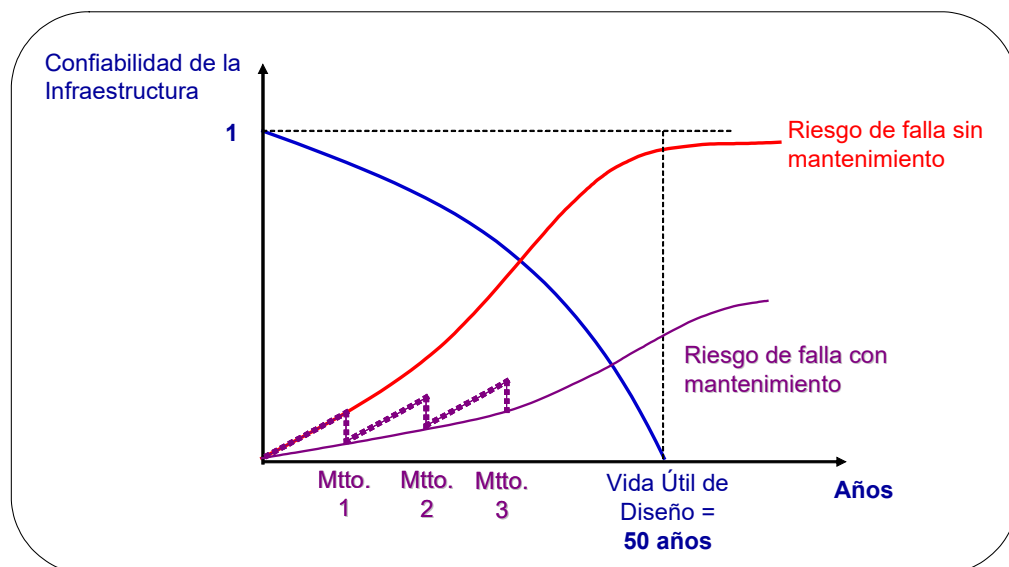
Para considerar la probabilidad de falla, se debe contemplar la confiabilidad de la estructura hidráulica. En este sentido, se tiene que en el primer año de operación la confiabilidad es 1 (100%) pero conforme van pasando los años, la confiabilidad va disminuyendo por el “consumo” de la infraestructura, de manera que tiende a cero hacia el final de su vida útil de diseño en caso de que no se implementen acciones de mantenimiento o de rehabilitación que incrementen la vida útil remanente.

A partir del análisis de confiabilidad se derivó un análisis de riesgo de falla de una estructura hidráulica, considerando que al inicio de su operación la probabilidad de

¹ Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2018), *Diagnóstico Integral de Planeación*, México.

falla de la estructura será cercana a 0 (cero), mientras que al finalizar su vida útil de diseño tenderá a ser cercana al 100%, si no se otorga mantenimiento ni se rehabilita para incrementar su vida útil remanente (ver gráfica).

Gráfica 2 Análisis de confiabilidad y riesgo de falla de una estructura, en función de su vida útil y de su mantenimiento.

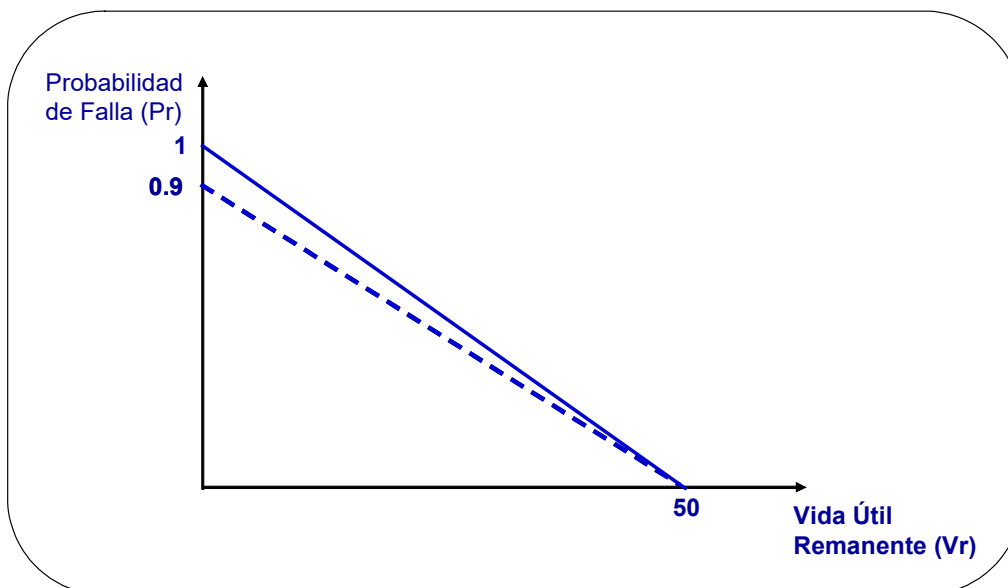


Fuente: Elaboración propia.

Para los fines del análisis, se asume que, al concluir la vida útil de diseño de una estructura, en caso de que no se le brinde mantenimiento, su confiabilidad sería de 0.1 (10%), de manera que su probabilidad de falla sería del 90% (0.9). Al concluir su vida útil, la vida útil remanente es igual a 0 (cero).

Por otra parte, si se considera que en su primer año de operación –cuando la vida útil remanente es igual a la vida útil de diseño–, la probabilidad de falla es igual a 0 (cero); o bien, la confiabilidad es del 100% (1), puede establecerse entonces una relación lineal entre probabilidad de falla y vida útil remanente (ver gráfica).

Gráfica 3 Relación lineal de la probabilidad de falla de una estructura, respecto a su vida útil remanente.



Fuente: Elaboración propia.

Derivado de la gráfica anterior, se puede definir una ecuación lineal que relaciona la probabilidad de falla de una estructura con su vida útil remanente y su vida útil de diseño, misma que se expresa de la siguiente forma:

$$Pr = 0.9 - \frac{V_r}{V_u}$$

Donde:

Pr = Probabilidad de falla,
Vr = Vida útil remanente,
Vu = Vida útil de diseño,

Con base en lo anterior, se define la problemática que da origen al análisis, en virtud del creciente riesgo de falla en el sistema Chapala-Guadalajara.

II.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE.

El análisis de la oferta se debe realizar considerando las condiciones históricas y actuales en que se generan los bienes o servicios que el proyecto va a producir, que en este caso es el incremento de la oferta de agua.

Lo anterior debe incluir una descripción de la infraestructura de producción disponible, considerando aspectos como capacidad de producción y operación, localización de esta, ventajas, desventajas, así como la calidad de los bienes y servicios producidos.

II.2.1 ANTECEDENTES DE LA OFERTA

La oferta se da mediante un organismo operador del agua. Para este caso se tiene a la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) que mediante el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA)² da servicio a los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá.

Por otro lado, los municipios de Tlajomulco, Ixtlahuacán de los Membrillos, El Salto³, Juanacatlán y Zapotlanejo cuentan con sus organismos municipales. Los 9 municipios conforman en conjunto el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), área de influencia de este proyecto.

La importancia del agua subterránea y superficial es proporcional a su volumen de suministro, en donde el agua subterránea promedia el 28.8% y el agua superficial 71.2% en los últimos 22 años (2001-2022), como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 2 Caudales históricos extraídos de agua superficial y subterránea 2001-2022 del SIAPA (m³/s)

Año	Aguas superficiales.	Agua subterránea.	Total, Agua ZMG	Superficial %	Subterránea %
2001	5.5	2.9	8.4	65.8%	34.2%
2002	5.4	2.9	8.3	65.4%	34.6%
2003	5.8	2.8	8.6	67.6%	32.4%
2004	6.2	2.5	8.7	71.1%	28.9%
2005	6.6	2.5	9.1	72.3%	27.7%
2006	6.4	2.8	9.2	69.4%	30.6%
2007	6.3	2.9	9.2	68.4%	31.6%
2008	6.6	2.8	9.4	70.2%	29.8%
2009	6.6	2.7	9.3	71.2%	28.8%
2010	6.6	2.8	9.4	70.1%	29.9%
2011	6.8	2.8	9.6	70.5%	29.5%
2012	6.6	2.7	9.2	71.0%	29.0%
2013	6.8	2.8	9.5	71.0%	29.0%

² De acuerdo con el Decreto número 24805/LX/13, del H. Congreso del Estado de Jalisco, publicado el día 24 de diciembre de 2013 de la Ley que crea el Organismo Descentralizado del Poder Ejecutivo denominado Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.

³ En el año 2020 se incorporaron al SIAPA 4,602 cuenta de este municipio.

Año	Aguas superficiales.	Agua subterránea.	Total, Agua ZMG	Superficial %	Subterránea %
2014	7.3	2.6	9.9	74.0%	26.0%
2015	7.4	2.6	10.0	74.1%	25.9%
2016	7.4	2.8	10.2	72.6%	27.4%
2017	7.7	2.9	10.5	72.7%	27.3%
2018	7.6	2.9	10.6	72.3%	27.7%
2019	7.8	2.9	10.7	72.9%	27.1%
2020	8.3	2.7	11.0	75.5%	24.5%
2021	7.4	2.7	10.1	73.0%	27.0%
2022	7.7	2.6	10.2	74.9%	25.1%
2023	8.1	2.5	10.6	76.7%	23.3%
2024	8.0	2.5	10.5	76.6%	23.4%
2025	8.6	2.5	11.1	77.4%	22.6%
PROMEDIO	7.0	2.	9.7	71.2%	28.8%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

La producción actual total promedio para el AMG es de 11.1 m³/s (2025), considerando que SIAPA aporta 9.6 m³/s y los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos y Juanacatlán los restantes 1.456 m³/s.

Tabla 3 Gasto promedio producido por las fuentes de abastecimiento del AMG.

Producción AP (m ³ /s)	SIAPA			Municipios		TOTAL
	Chapala	Calderón	Subterránea	Subtotal	Subterránea	
Promedio 2001-2025	6.00	1.01	2.72	9.73	1.5	11.23

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

II.2.2. FUENTES SUBTERRÁNEAS

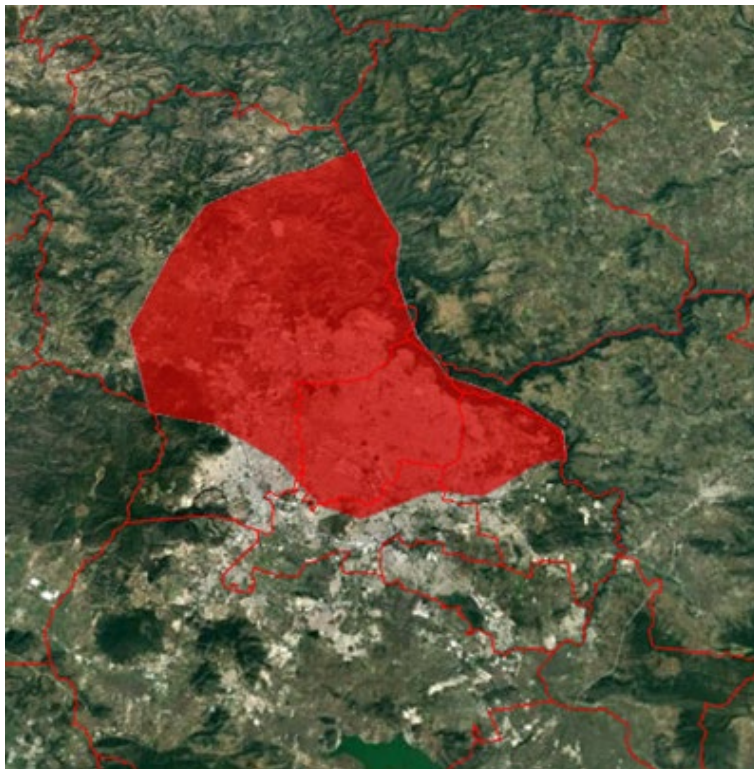
El AMG cuenta con un sistema de pozos profundos que contribuyen al abastecimiento de agua, los cuales aportan en promedio el 28.8% del agua total requerida. Los acuíferos de los cuales se extrae el agua son: Atemajac, Toluquilla y Cajititlán, los cuales están sobreexplotados. Los restantes municipios se abastecen con pozos propios en su totalidad con agua subterránea de los mismos acuíferos.

A continuación, se resumen las características generales de los acuíferos de Atemajac, Toluquilla y Cajititlán, así como su delimitación administrativa.

II.2.2.1 Acuífero de Atemajac⁴

El acuífero de Atemajac tiene una extensión superficial aproximada de 736.45 km², se localiza en la porción central del estado de Jalisco, entre los paralelos 20°35' y 20°56' y los meridianos 103°10' y 103°35', limita al norte con el acuífero de Arenal y Caqui, al oriente con Altos de Jalisco, al sur con Ameca y Toluquilla. Incluye totalmente el municipio de Guadalajara y de manera parcial los municipios colindantes de Tonalá, Tlaquepaque y Zapopan.

Ilustración 4 Delimitación del acuífero Atemajac.



Fuente: CEA Jalisco.

II.2.2.2 Acuífero Toluquilla

El acuífero Toluquilla, se ubica en la porción centro del estado de Jalisco, entre las coordenadas 20° 28' y 20° 42' de latitud norte y entre los meridianos 103° 07' y 103° 34' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 632 km². Colinda al norte, con el acuífero Atemajac, al sur con Cajitlán, al este con Altos de Jalisco y al oeste con los acuíferos San Isidro y Arenal, todos ellos del estado de Jalisco. Geopolíticamente comprende parcialmente a los municipios de Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá y Juanacatlán, la

⁴ Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas (CONAGUA). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Atemajac (1401), Estado de Jalisco (diciembre 2020)

totalidad del municipio EL Salto y muy pequeñas porciones de los municipios Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo.

Ilustración 5 Delimitación del acuífero Toluquilla.



Fuente: CEA Jalisco.

II.2.2.3 Acuífero de Cajititlán

El acuífero de Cajititlán, se localiza en la porción centro del estado de Jalisco, a 25 km aproximadamente de la ciudad de Guadalajara, entre los paralelos 20° 20' y 20° 29' de latitud norte y los meridianos 103° 32' y 103°10' de longitud oeste.

Las poblaciones más importantes que se encuentran en el acuífero Cajititlán son las cabeceras municipales de Tlajomulco de Zúñiga, Ixtlahuacán de Los Membrillos, así como las poblaciones de San Miguel Cuyutlán, Potrerillos, Cajititlán, La Capilla, Atequiza, Atotonilquillo y San Lucas Evangelista.

Ilustración 6 Delimitación del acuífero Cajititlán.



Fuente: CEA Jalisco.

Se concluye que los tres acuíferos que abastecen el AMG presentan una fuerte sobre explotación a un ritmo cercano a 104 hm³/año que provocan su abatimiento a tal grado que no es posible mantenerlos en el futuro.

En la siguiente tabla se observa la disponibilidad de agua subterránea publicada en el diario oficial de la federación a partir del año 2007, donde se puede advertir el crecimiento de la sobreexplotación del agua subterránea, situación que obliga a tomar acciones urgentes de mitigación y control antes que el daño sea irreversible.

La situación de los acuíferos de Atemajac, Toluquilla y Cajititlán, que es de donde se abastecen las localidades del AMG, es de sobre explotación y se ha seguido incrementando desde hace varios años, como se observa en las publicaciones del Diario Oficial de la Federación (DOF), para estos acuíferos.

Tabla 4 Recarga y balance de los acuíferos el AMG (Hm³).

Acuífero							
Publicación en el DOF	Atemajac Recarga Balance		Toluquilla Recarga Balance		Cajititlán Recarga Balance		BALANCE TOTAL
2020	147.3	- 12.038310	49.1	-75.653523	47.6	-16.21785	- 103.90968 3
2018	147.3	- 11.508840	49.1	-73.095837	47.5	- 18.144598	- 102.74927 5

Acuífero							
2015	147.3	- 11.091327	49.1	-72.318105	47.5	- 15.263569	-98.673001
2013	147.3	- 12.393151	49.1	-72.430365	47.5	- 16.334969	- 101.15848 5
2009	147.3	-5.449903			47.5	-1.090467	-6.540370
2007	147.3	-1.413137			41.0	+10.78412 4	+ 9.370987

Nota: Un valor negativo en la columna de balance representa un déficit debido a que la recarga fue menor a la extracción. Un valor positivo representa un superávit.

Fuente: Elaboración propia con información del Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican, publicado por la CONAGUA en el Diario Oficial de la Federación en los años 2007, 2009, 2013, 2015, 2018, 2020.

Como puede observarse, los déficits van en aumento significativo, por ejemplo, el acuífero de Toluquilla, cuyo uso principal es el abasto del AMG presenta un déficit de 75.65 Hm³ por lo que habría que eliminar el suministro de agua subterránea de alguna de estas dos zonas.

De conformidad con los reportes generados por el SIAPA y un estudio elaborado por la Universidad de Guadalajara⁵, se observan los siguientes problemas derivados de la sobreexplotación de los acuíferos:

- Disminución de las reservas de agua subterránea a un ritmo cercano a 6 km³ por año.
- Problemas asociados al hundimiento del subsuelo y fracturas que generan grietas que dañan las edificaciones.
- Mayor concentración de sales a medida que aumenta la profundidad de extracción.

Gasto medio de los pozos

Para precisar lo relacionado al caudal de los pozos que se maneja en la oferta, el Gasto potencial de los pozos se establece en función del aforo que se practica a cada uno de ellos, y a partir de ello, se equipan.

Para la determinación del gasto medio de extracción se requiere conocer de cada uno de los pozos las horas de bombeo, a partir de ello se determina el gasto medio diario y/o en función de las horas anuales que se operan, se

⁵ Las aguas subterráneas en Jalisco. (2012).

determina el gasto medio anual y su equivalente en volumen anual de agua extraída.

Normalmente en las grandes ciudades como el AMG, los pozos que se destinan para servicio de agua potable se explotan las 24 horas.

Cabe puntualizar que, en su caso, el volumen medio anual de extracción o su gasto equivalente no podrá ni deberá ser mayor al volumen asignado a cada usuario, por lo que las cifras se centran al promedio asignado o concesionado que se registra en el REPDA. Evidentemente el caudal explotado también está en función de las condiciones hídricas del acuífero, ya que la sobre explotación va mermando el caudal a obtener de cada pozo.

Para este estudio, se utilizan los reportes de los Organismos Operadores sobre el caudal explotado en los mismos.

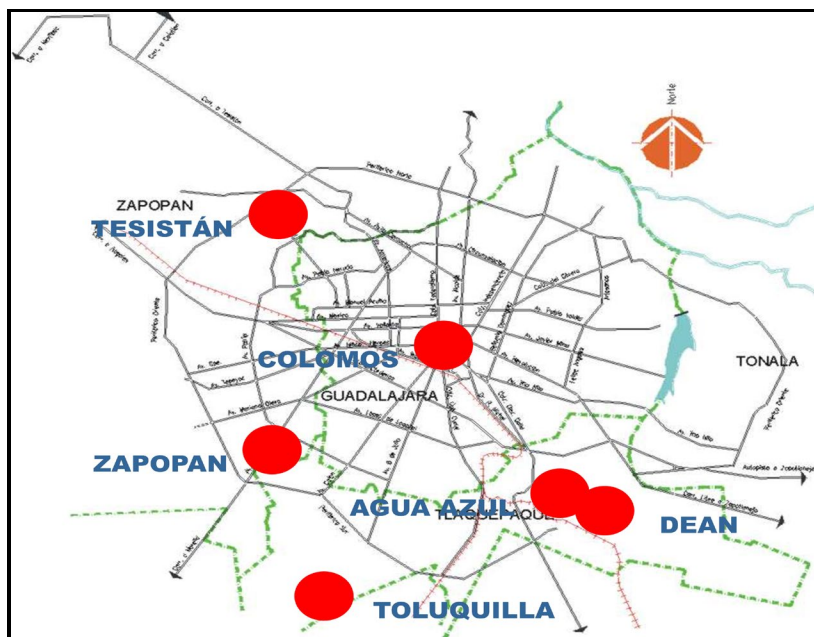
II.2.2.1. Municipios SIAPA

De acuerdo con los registros proporcionados por el SIAPA, se cuenta con un total de 163 pozos distribuidos en los cuatro municipios de la ZMG. A continuación, se muestra la relación de pozos por sector y cuenca, incluyendo el gasto y la profundidad promedio de extracción.

Aunque la capacidad instalada en pozos es mayor, no se pueden utilizar a su máxima capacidad por abatimiento del acuífero.

En la siguiente ilustración se muestra esquemáticamente la ubicación de las baterías de pozos.

Ilustración 7 Ubicación de los principales sistemas de pozos



Fuente: SIAPA.

La principal aportación de aguas subterráneas proviene de una batería de pozos situada en las zonas de Tesistán y Toluquilla. El primero de ellos cuenta con un total de 47 pozos, por lo que respecta al sistema de Toluquilla, éste cuenta con un total de 27 pozos.

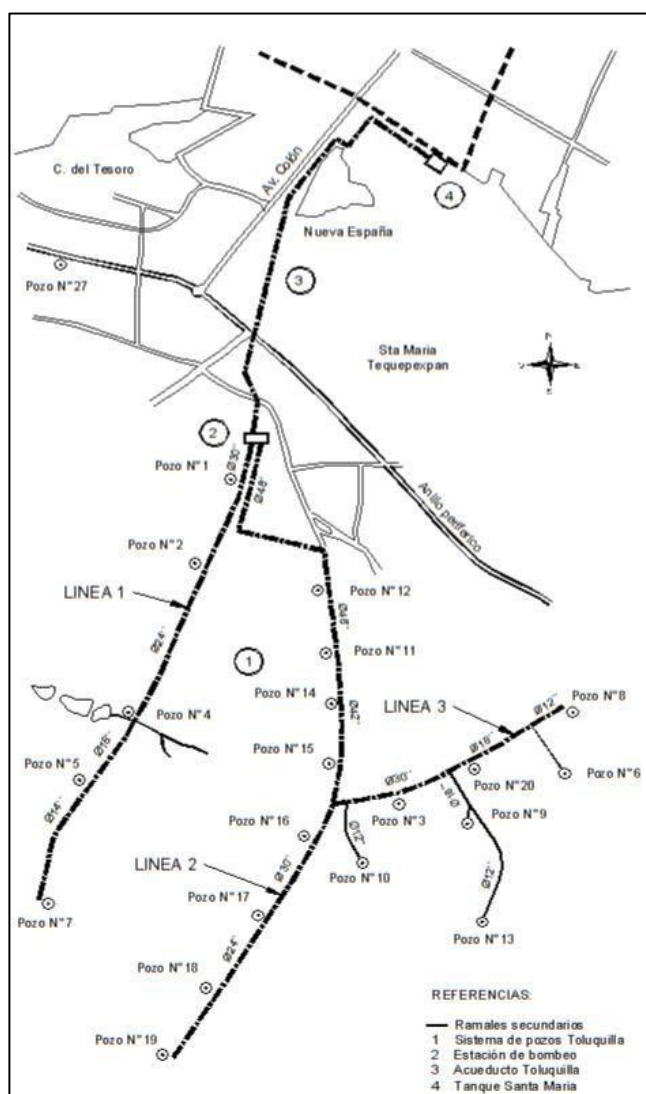
Para el caso del sistema de pozos Toluquilla, la instalación de cada pozo se compone de la respectiva perforación hasta la capa de agua subterránea, línea de salida con válvulas de corte, retención, alivio y de drenaje, caseta para resguardo del tablero eléctrico y sistemas telemétricos, línea de abastecimiento eléctrico desde una subestación eléctrica ubicada en el terreno del tanque Toluquilla y su respectivo transformador. Además del tanque receptor, el terreno alberga un cárcamo de bombeo con 5 equipos verticales y una capacidad máxima de 2.5 m³/s.

Es importante mencionar que debido a que el agua extraída de los pozos de Toluquilla comenzó a presentar un alto contenido de arsénico, hierro y manganeso, fue necesaria la implementación de la planta potabilizadora No. 4, la cual opera mediante un proceso de inyección de ozono.

Para el caso del sistema Toluquilla, los pozos bombean sus caudales a 3 líneas de conducción que poseen una longitud de 17.5 km. Se unen 2 de ellas para que finalmente lleguen 2 líneas de conducción de 30" y de 48" respectivamente al tanque de recepción Toluquilla que posee una capacidad

de almacenamiento de 11,500 m³. Este tanque se conecta mediante tubería de 30" a un cárcamo de bombeo que consta de 5 equipos verticales con una capacidad de 0.5 m³/s cada uno. La estación de bombeo alimenta al acueducto Toluquilla, mediante el cual se eleva el agua al tanque Santa María, desde donde se procede a la distribución. Este acueducto de 3.9 km de longitud tiene 48" de diámetro.

Ilustración 8 Conducción del sistema de pozos Toluquilla⁶



Fuente: CEA Jalisco.

El gasto aportado por los pozos que son administrados por el SIAPA es 2.72 m³/s promedio (2001-2025).

⁶ Se solicitó este tipo de diagramas para el resto de los sistemas de pozos, pero no se cuenta con dicha información.

II.2.2.2 Juanacatlán⁷

El abastecimiento de agua dentro del municipio de Juanacatlán se lleva a cabo a partir de las aguas subterráneas del acuífero Toluquilla, a través de pozos profundos.

Ilustración 9 Infraestructura de abastecimiento de Juanacatlán



Fuente: CEA Jalisco.

De acuerdo con información disponible del organismo municipal sobre el volumen extraído para el año 2018, el gasto medio diario asciende a la cantidad de 74 lps para la totalidad del sistema.

II.2.2.3. EL SALTO⁸

El sistema de abastecimiento que opera el Sistema Municipal de Agua Potable de El Salto (SIMAPES), tiene 71 líneas de conducción con una

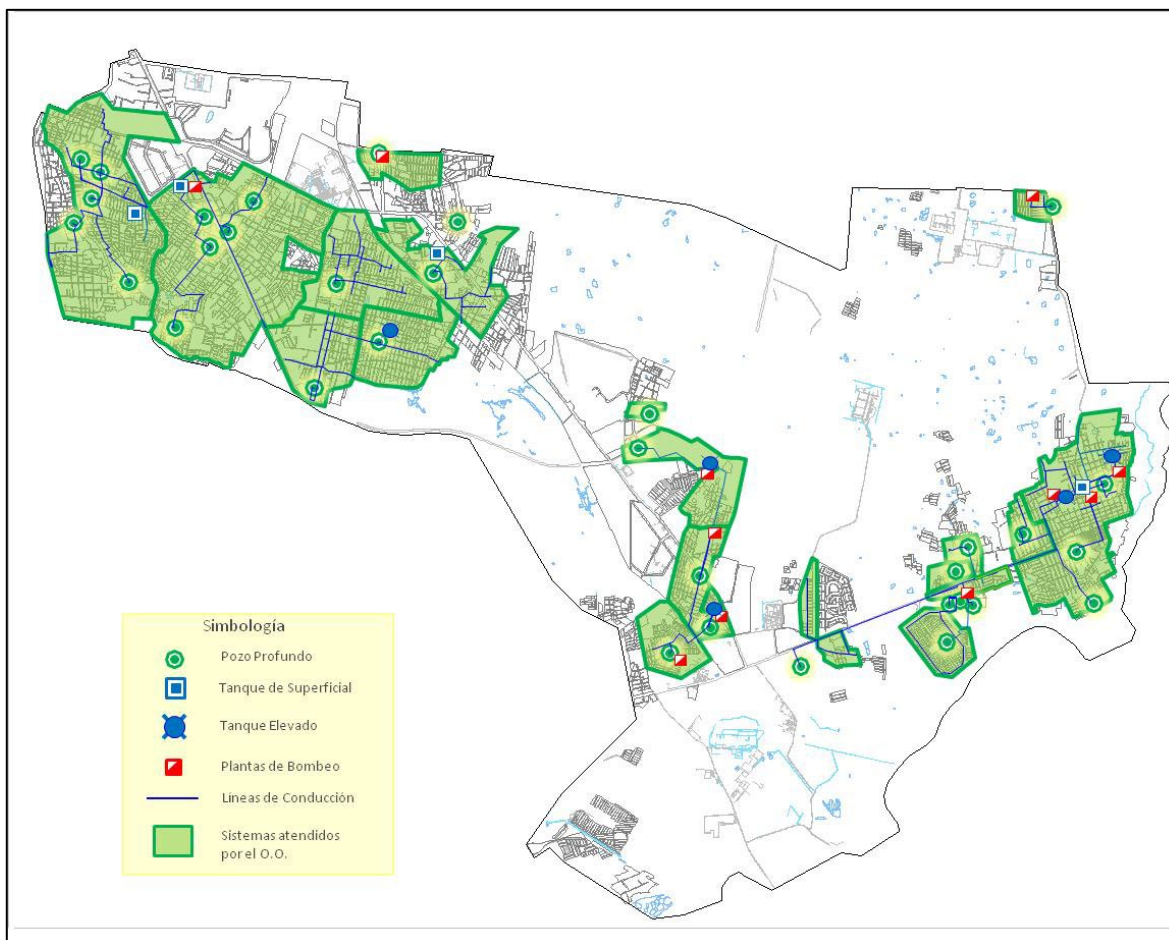
⁷ Estudio de Diagnóstico Integral del Organismo Operador de Agua del Municipio de Juanacatlán, Jal. CEA 2011

⁸ Estudio de diagnóstico y planeación integral del organismo operador de agua de la cabecera municipal de El Salto, Jalisco (SIMAPES). CEA 2011.

longitud total de 68.6 Km, construidas en diferentes diámetros que van de 2" hasta 10".

En la siguiente ilustración se muestra el trazo que tienen las líneas de conducción e interconexión entre pozos, tanques y plantas de bombeo.

Ilustración 10 Infraestructura de abastecimiento de El Salto



Fuente: CEA Jalisco.

El volumen producido total anual para los 29 pozos se estimó en 12,823,240 m³ al año 2015, lo que significa que el gasto medio diario extraído fue de 407 l/s.

II.2.2.4. TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA⁹

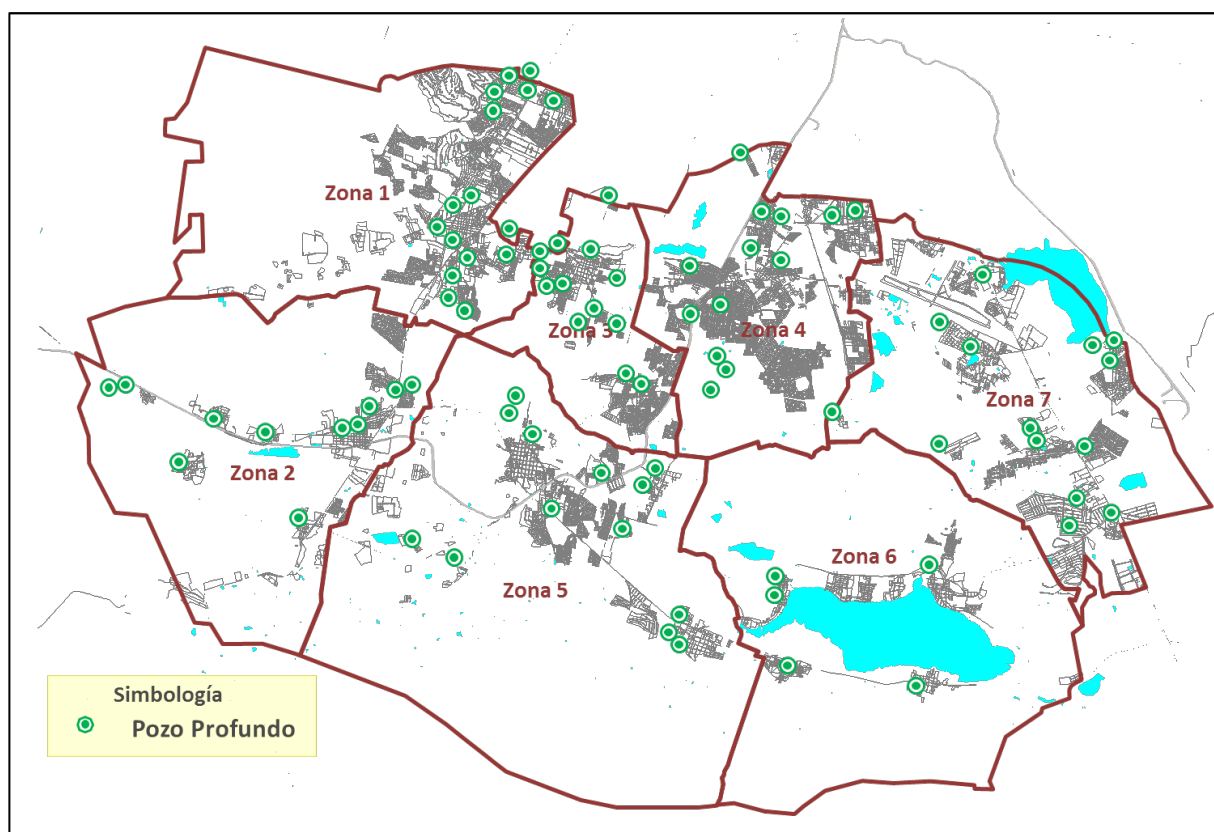
El abastecimiento de agua dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga se realiza de las aguas subterráneas de los acuíferos Toluquilla, Cajititlán

⁹ Estudio de diagnóstico y planeación integral del organismo operador de agua de la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco (DGAPA), CEA 2011.

y San Isidro a través de 80 pozos profundos, los cuales operan en su mayoría de forma regular durante el año y en un insignificante porcentaje de afloramientos (manantiales).

En la siguiente ilustración se presenta un mapa del municipio con la ubicación de las captaciones que operó la Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado (DGAPA) para el abastecimiento de agua potable a la población que es atendida por el organismo operador del municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

Ilustración 11 Infraestructura de abastecimiento de Tlajomulco de Zúñiga



Fuente: CEA Jalisco.

El volumen producido total anual para los 80 pozos, fue de 31,030,082 m³ para el año 2015, lo que significa que el gasto medio diario extraído fue de 984 l/s.

II.2.2.5. IXTLAHUACÁN DE LOS MEMBRILLOS¹⁰

¹⁰ Estudio de diagnóstico integral del organismo operador de agua del municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco, CEA 2011.

El volumen producido total anual (no ajustado), bajo las condiciones de operación indicadas para los 33 pozos, fue de 5,650,503 m³ al año, lo que significa que el gasto medio diario extraído fue de 179 l/s.

II.2.2.6. CALIDAD DEL AGUA DE LAS FUENTES SUBTERRÁNEAS

De acuerdo con los análisis que se han estado realizando de manera periódica en diferentes puntos de los acuíferos del AMG, se han encontrado parámetros fuera de norma, entre los que destacan por su riesgo a la salud los siguientes:

- Arsénico
- Fierro
- Manganeso
- Flúor
- Dureza total

Aunque aún no es un problema muy generalizado en los pozos, en el corto plazo resultaría imprescindible para el aprovechamiento de estas aguas, la construcción de sistemas de tratamiento que además de ser complejos, elevan el costo del servicio de abastecimiento y distribución.

En virtud de lo anterior, existen pozos que actualmente no están cumpliendo con la norma NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

II.2.3 FUENTES SUPERFICIALES

II.2.3.1 LAGO DE CHAPALA

El Lago de Chapala es el lago natural más grande de México. Está a 1,524 metros sobre el nivel del mar, y a 42 kilómetros al sur de la ciudad de Guadalajara. Su superficie es 1,112 km² y el área de captación es de 53,500 km², la longitud del Lago de Chapala es de 76 km de largo por 18 km de ancho. El lago forma parte de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

El Lago de Chapala actualmente tiene una superficie total de 114,659 ha, de los cuales Jalisco ocupa el 86% y Michoacán el 14%; tiene una

profundidad media de 8 metros a la cota 97.80 (1,523.80 msnm); con un almacenamiento máximo de 7,897 Mm³ (CEA).

El Lago de Chapala es actualmente la principal fuente de abastecimiento del AMG, ya que aporta aproximadamente el 53% del agua que es requerida en los ocho municipios.

Ilustración 13 Lago de Chapala



Fuente: Google Earth.

Durante los últimos 25 años, el Lago de Chapala ha aportado en promedio 6.0 m³/s.

Tabla 5 Gasto promedio anual aportado del Lago de Chapala.

Producción (m ³ /s)	
2001	5.22
2002	5.20
2003	4.93
2004	4.96
2005	5.38
2006	5.18
2007	5.19
2008	5.49
2009	5.63

Producción (m³/s)	
2010	5.68
2011	5.71
2012	5.72
2013	6.40
2014	6.54
2015	6.53
2016	6.35
2017	6.49
2018	6.47
2019	6.50
2020	6.95
2021	6.91
2022	6.55
2023	6.80
2024	6.58
2025	6.65
Promedio	6.00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIAPA.

Actualmente el agua que se extrae del Lago de Chapala se conduce a través de dos canales construidos para tal efecto: Las Pintas y Chapala-Guadalajara. El canal Las Pintas data del año 1956 y parte del municipio de Ocotlán, este canal es a cielo abierto y tiene una longitud de 56 km. A partir del año 1991 se integró a la conducción del agua extraída el canal Chapala-Guadalajara, integrado por un sistema de bombeo ubicado en Chapala, para posteriormente acceder a un acueducto con una longitud de 42.6 km. El agua de ambos canales llega en bloque a la Planta Potabilizadora Numero 1 (PP1) “Ing. Adolfo Guzmán Méndez” ubicada en Miravalle, y a la Planta Potabilizadora Numero 2 (PP2) “Ing. David Gutiérrez Carvajal” ubicada en Las Huertas.

Ilustración 14 Líneas de conducción de agua en bloque del Lago de Chapala.



Fuente: CEA Jalisco.

Acueducto Chapala-Guadalajara

Para la conducción del agua del Lago de Chapala al AMG, se utiliza el denominado **Acueducto Chapala Guadalajara**. Esta infraestructura data de principios de los años 80, ya que su construcción inició en 1984 y se terminó en 1991. Fue diseñado para transferir $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ del lago de Chapala, mediante una planta de bombeo para vencer una carga total de 138 m, longitud de 42.4 kilómetros y diámetro de 2.1 m, de ellos 26 km, son línea de impulsión con origen en la Planta de Bombeo, el resto es conducción por gravedad que inicia en el tanque de cambio de régimen localizado en el kilómetro 26.

Es de destacar que, asociado a su antigüedad y a sus 30 años de operación permanente, día a día, por no disponer de infraestructura alternativa que permita suspender su servicio, no ha sido posible dar el mantenimiento correspondiente a la línea de impulsión.

Sumado a lo anterior, como consecuencia de bombear agua cruda del Lago de Chapala, toda vez que la potabilización se proporciona en las Plantas Potabilizadoras ubicadas en el área urbana de Guadalajara, se generan incrustaciones en la tubería, lo que afecta tanto al diámetro efectivo de la tubería

como el coeficiente de rugosidad, lo que en conjunto con la pérdida de eficiencia de los equipos de bombeo reduce el aporte.

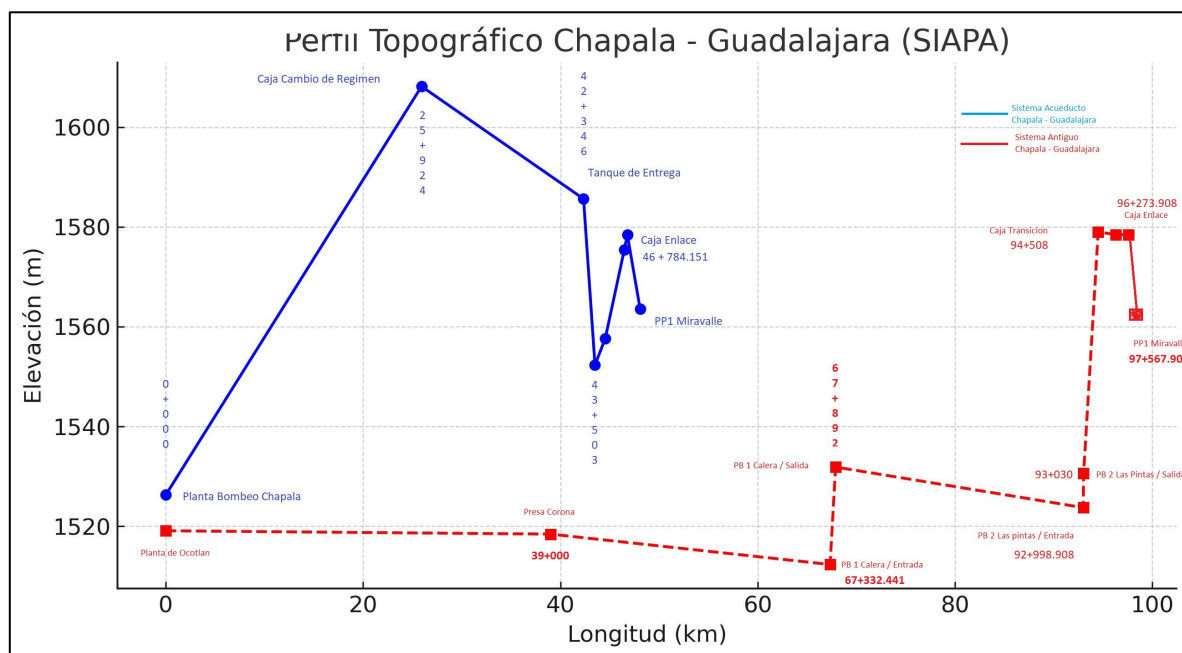
El Sistema Antiguo Chapala – Guadalajara y Sistema Acueducto, es una infraestructura hidráulica que opera a partir de un perfil topográfico detallado, con datos clave de cadenamiento, elevación y puntos de control estratégicos.

Especificaciones Técnicas:

- Cadenamiento: Rango desde 0+000 hasta 97+567.908 m, representando distancias progresivas a lo largo del sistema.
- Elevaciones: Variación de cotas entre 1512.290 m y 1579.000 m, determinando los niveles críticos del trazo.
- Puntos de Control e Infraestructura:
- Captación y regulación: Ocotlán, Presa Corona.
- Puntos de Bombeo: PB1, PB2.
- Infraestructura clave: Caja Transición, Caja Enlace, PP1 Miravalle.

Este perfil permite evaluar y optimizar la distribución hidráulica y planificar intervenciones técnicas para la operación y mantenimiento del sistema.

Ilustración 15 Perfil topográfico Chapala - Guadalajara



Fuente: Subdirección Ingeniería – Sección Topografía CEA Jalisco.

Tabla 6 Cadenamiento en el Sistema Acueducto Chapala – Guadalajara.

Cadenamiento (m)	Elevación (m)	Lugar
0+000	1526.240	Chapala
25+924	1608.166	Caja Cambio de Régimen
42+346.151	1585.617	Tanque Entrega Cerro del Cuatro
43+503.151	1552.30	Vía / Artesanos
44+542.151	1557.60	Tubos PB2
46+475	1575.40	Vía / Cemex
46+784.151	1578.43	Caja Enlace
48+078.151	1563.547	PP1 Miravalle

Fuente: Subdirección Ingeniería – Sección Topografía CEA Jalisco.

Tabla 7 Cadenamiento del Sistema Antiguo Chapala – Guadalajara.

Cadenamiento (m)	Elevación (m)	Lugar
0+000	1519.057	Ocotlán
39+000	1518.384	Presa Corona
67+332.441	1512.290	PB1
67+892.441	1531.837	PB1
92+998.908	1523.700	PB2
93+030.000	1530.551	PB2
94+508.908	1579.00	Caja Transición
96+273.908	1578.43	Caja Enlace
97+567.908	1563.47	PP1 Miravalle

Fuente: Subdirección Ingeniería – Sección Topografía CEA Jalisco.

Ilustración 16 Trazo del acueducto Chapala – Guadalajara



Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

II.2.3.2 PRESA ELÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ (PRESA CALDERÓN)

La segunda fuente superficial más importante que abastece al AMG es la presa Elías González Chávez (EGC), también conocida como Presa Calderón por estar asentada sobre el cauce del río Calderón. Se encuentra ubicada en el municipio de Acatic; cuenta con una capacidad de almacenamiento de 80 Hm³ y se encuentra a 1,625 m.s.n.m. Esta presa se comenzó a construir en el año 1989 y se concluyó la obra civil en 1991, iniciando operaciones en ese mismo año; el área de embalse de esta presa es de aproximadamente 1,000 ha. Como segunda fuente de abastecimiento superficial de abasto aporta un gasto promedio durante los últimos 25 años de 1.01 m³/s.

Tabla 8 Gasto promedio anual aportado por la presa Elías González Chávez.

Producción (m ³ /s)	
2001	0.32
2002	0.22
2003	0.90
2004	1.23
2005	1.18

Producción (m ³ /s)	
2006	1.21
2007	1.08
2008	1.07
2009	1.01
2010	0.94
2011	1.05
2012	0.84
2013	0.36
2014	0.80
2015	0.88
2016	1.06
2017	1.16
2018	1.16
2019	1.31
2020	1.34
2021	0.45
2022	1.11
2023	1.30
2024	1.47
2025	1.90
Promedio	1.01

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SIAPA.

El agua que se aprovecha de la presa EGC, cuyo volumen histórico es de aproximadamente 0.94 m³/s, se conduce por medio de gravedad en forma directa a la Planta Potabilizadora San Gaspar (PP3) a través de un acueducto de aproximadamente 31 km de largo, con una capacidad nominal de diseño de 1.5 m³/s que es utilizado según la disponibilidad de agua en la presa.

Como puede observarse, el año 2021 fue complejo debido al estiaje lo que redujo en más de 50% su aportación respecto al promedio anual, motivo por el cual el SIAPA implementó un programa emergente para entregar agua a través de pipas, en coordinación con los ayuntamientos del Área Metropolitana de Guadalajara a fin de mitigar las afectaciones por la temporada de estiaje y los bajos niveles de la Presa Calderón.

El programa contempló el servicio sin costo para los usuarios, en particular a las colonias en el área de influencia de la Planta Potabilizadora número 3 (San Gaspar), que da servicio principalmente a

la zona norte y oriente de la ciudad. Las principales características del programa fueron las siguientes:

- Costo total del servicio de camiones pipas \$72,125,000.00 con IVA (incluye combustible, choferes, vehículos, agua, etc.).
- Volumen entregado según pipas de distintos tamaños: 441,881,012 litros
- Periodo: cuatro meses
- Población atendida: 400,000 habitantes en 159 colonias.

Operación del AMG como un sistema

Como se indicó en la descripción de las diferentes fuentes de abastecimiento, las fuentes subterráneas funcionan como un sistema general de acuíferos para abastecer a los diferentes municipios del área de influencia, especialmente considerando los acuíferos de Toluquilla y Atemajac que son los que se consideran con un mayor nivel de uso y con un mayor nivel de sobre explotación, por lo que cualquier disminución en la explotación o dejar de sobre explotarlos en el futuro permitirá tener un menor decremento en la calidad y en la disminución de los niveles de abatimiento.

Las fuentes superficiales solo se pueden centrar en el SIAPA para la ZMG debido a la distancia con los otros municipios, además de la concentración de la población.

Lo anterior implica que las fuentes que entren a la AMG son benéficas para todos los municipios del AMG debido a que comparten los acuíferos para el abastecimiento de agua potable.

Para efectos de distribución, el proyecto incluye la construcción del ramal Sur para la distribución del caudal en la zona del proyecto.

Cobertura

La cobertura del servicio de abastecimiento de agua potable en el AMG asciende a 98.5%¹¹, el cual, dado que es elevado, se contemplará sin cambios en el horizonte de estudio. Este valor es un promedio ponderado

¹¹ Censo de Población y Vivienda 2020.

considerando el dato publicado por cada municipio del AMG respecto de viviendas habitadas y disponibilidad del servicio de agua potable.

II.2.4 OFERTA SUSTENTABLE¹²

Para la adecuada evaluación del proyecto, debe manejarse el esquema de oferta sustentable para que realmente sea un caudal viable de proyectarse en el horizonte de evaluación, ya que hacer una proyección con un caudal producto de la sobre explotación es proyectar un problema existente y agravarlo en el largo plazo.

Para su obtención, se realiza de la siguiente forma.

1.- Consulta de la información oficial

Se utilizan las publicaciones del Diario Oficial de la Federación (DOF) sobre la disponibilidad de agua en los acuíferos, las cuales parten de un análisis que realiza la CONAGUA.

2.- Análisis de la disponibilidad

Los tres acuíferos de la zona de proyecto presentan déficit, es decir que su extracción de los diferentes usuarios es mayor a la recarga que se presenta.

En particular, del acuífero Atemajac se observa que sigue un deterioro creciente en el déficit que presenta llegando actualmente a 381 l/s, mientras que el de Toluquilla (que no tenía una publicación previa al 2013), tiene un déficit de 2.40 m³/s. El caso del acuífero de Cajititlán ha tenido un incremento significativo, ya que en el año 2007 tenía inclusive disponibilidad, y actualmente llega a un déficit de 514 l/s.

Lo anterior implica que en estos recursos hídricos existe una sobre explotación de 3.295 m³/s.

3.- Determinación de la sobre explotación de los acuíferos

Estos acuíferos son para usos urbano y no urbano (agrícola principalmente), por lo que, en base en el caudal del uso público urbano, se puede estimar la

¹² El presente apartado se contempla de conformidad con el *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población)* publicado por la CONAGUA (2015).

parte proporcional del déficit. Con base en la publicación del 2020, se conoce el total del déficit y el volumen asignado de cada uno de ellos.

4.- Determinación de la sobre explotación por tipo de usuario

De la asignación total de 316.32 Hm³ y sabiendo que el público-urbano es de 87.03 Hm³, se obtiene que los otros usos son de 229.29 Hm³, lo que representa en el público urbano el 27.5% de la extracción total.

Tabla 9 Volumen explotado urbano y no urbano de los acuíferos.

Uso	Volumen (Hm ³)	Proporción
Volumen Urbano	86.97	27.5%
Volumen otros usos	229.35	72.5%
Total	316.32	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEA Jalisco.

5.- Determinación del caudal sustentable por tipo de usuario

Por lo anterior, con los porcentajes de cada tipo de usuario y conociendo el déficit de 103.91 Hm³, se puede obtener la parte proporcional que se sobre explota de los acuíferos.

El decremento considerado por cada tipo de usuario se le resta al volumen explotado actual para obtener el volumen sustentable de cada uno.

Tabla 10 Volumen y gasto sustentable urbano y no urbano de los acuíferos.

Uso	Volumen (Hm ³)	Proporción	Disminución	Volumen Sustentable	Caudal sustentable (m ³ /s)
Volumen Urbano	86.97	27.5%	-28.57	58.40	1.852
Volumen otros usos	229.35	72.5%	-75.34	154.01	4.884

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEA Jalisco.

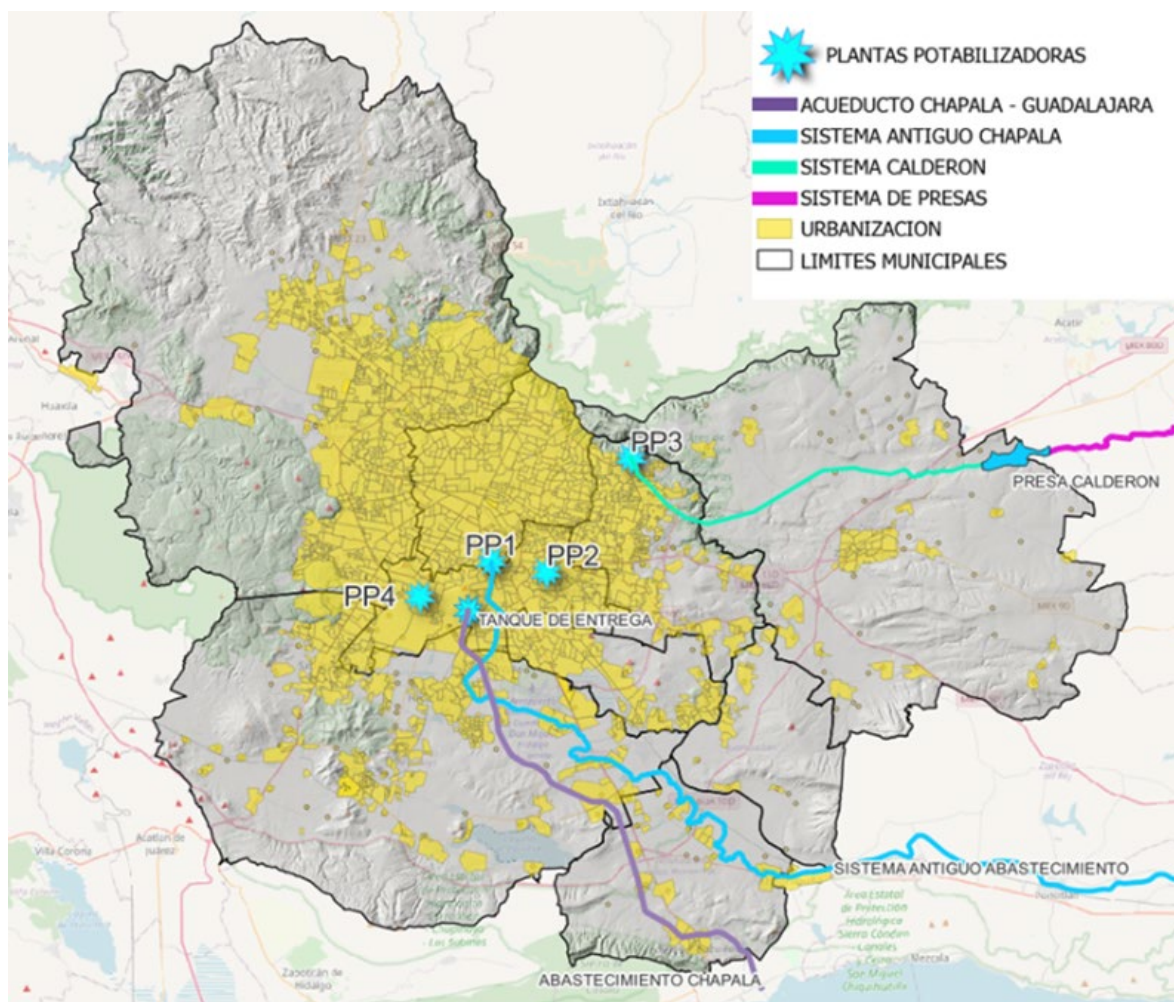
Por lo anterior, la extracción media en el sector urbano debe disminuir de 2.75 m³/s a 1.852 m³/s para garantizar sustentabilidad. Para llevar a cabo la reducción en la extracción, los pozos que deberían ser clausurados corresponden al acuífero Toluquilla, en virtud de que, de acuerdo con el diagnóstico, es la fuente que presenta la mayor sobreexplotación, así como problemas de metales pesados y minerales en el agua extraída.

Se reitera que esta es una medida para darle sustentabilidad a la extracción de fuentes subterráneas, pues no es viable mantener en el largo plazo un volumen de extracción superior al de recarga de los pozos.

Potabilizadoras en el AMG

El AMG cuenta con la operación de las siguiente potabilizadoras, en donde se da tratamiento al agua en bloque de fuentes superficiales.

Ilustración 17 Ubicación de potabilizadoras del SIAPA.



Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

II.2.5 PROYECCIÓN DE LA OFERTA ACTUAL.

Una vez analizado los sistemas de producción, se puede resumir el registro histórico en la siguiente tabla.

Tabla 11 Gasto promedio anual abastecido por las fuentes del SIAPA (m³/s).

	Chapala	Calderón	Subterránea	Subtotal
2001	5.22	0.32	2.88	8.42
2002	5.20	0.22	2.86	8.28
2003	4.93	0.90	2.80	8.63
2004	4.96	1.23	2.51	8.70
2005	5.38	1.18	2.51	9.07
2006	5.18	1.21	2.82	9.21
2007	5.19	1.08	2.90	9.17
2008	5.49	1.07	2.78	9.35
2009	5.63	1.01	2.69	9.32
2010	5.68	0.94	2.82	9.43
2011	5.71	1.05	2.82	9.58
2012	5.72	0.84	2.68	9.24
2013	6.40	0.36	2.76	9.53
2014	6.54	0.80	2.58	9.92
2015	6.53	0.88	2.58	10.00
2016	6.35	1.06	2.80	10.21
2017	6.49	1.16	2.87	10.52
2018	6.47	1.16	2.93	10.56
2019	6.50	1.31	2.90	10.70
2020	6.95	1.34	2.70	10.99
2021	6.91	0.45	2.72	10.08
2022	6.55	1.11	2.57	10.23
2023	6.80	1.30	2.46	10.56
2024	6.58	1.47	2.45	10.50
2025	6.65	1.90	2.50	11.05
Promedio	6.00	1.01	2.72	9.73

Fuente: Elaboración propia a partir de información de SIAPA.

Estas fuentes comprenden la ZMG, por lo que para tomar la totalidad del AMG hay que tomar los otros 5 municipios, de los cuales no se tiene un registro histórico ni medición de los caudales de producción, excepto los valores obtenidos de los Diagnósticos Integrales de Planeación (DIP) del 2011 para estas localidades así como datos puntuales para el año 2018, por lo que, al no tener más información determinada en estos municipios, se considerará que estos valores son representativos de la situación actual.

Tabla 12 Gasto promedio anual abastecido por las fuentes de los municipios conurbados en 2020 (m³/s).

Municipio	Gasto de extracción (m³/s)
Tlajomulco de Zúñiga	0.423

Municipio	Gasto de extracción (m ³ /s)
El Salto	0.053
Desarrollos habitacionales	0.141
Usuarios autoabastecidos	0.665
Juanacatlán	0.074
Ixtlahuacán de los Membrillos	0.100
Zapotlanejo	0.044
TOTAL	1.500

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por organismos operadores.

Para la proyección de la oferta de la situación actual, se considera que el promedio de las fuentes del SIAPA puede ser representativo de la oferta dado el número de años con los que se cuenta, aunque puede estar sobre valorada debido a las disminuciones drásticas que llega a tener de forma cíclica y que se seguirán presentando e inclusive incrementando debido a las condiciones en las que se está deteriorando el Lago de Chapala y los acuíferos de la zona. Especialmente si no existen fuentes alternas a las actuales. Por tal motivo, deberán considerarse aspectos de sustentabilidad en las proyecciones.

Con respecto a los pozos del AMG se utilizará a futuro el valor estimado de explotación sustentable mientras que para el resto de las fuentes subterráneas se considerará el promedio histórico.

En lo que corresponde a pérdidas físicas en el sistema, el SIAPA presenta la siguiente información.

Tabla 13 Porcentaje de pérdidas físicas.

	2022	2023	2024	2025
Eficiencia	63.5%	63.8%	64.1%	63.1%
Pérdidas físicas	36.5%	36.2%	35.9%	36.9%

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SIAPA.

A partir de ello, la proyección de la oferta de la situación actual queda de la siguiente forma.

Tabla 14 Proyección de la oferta en la situación actual (l/s).

AÑO	LAGO DE CHAPALA (LPS)	RESTO DE FUENTES (LPS)	PRODUCCIÓN (LPS)	OFERTA (LPS)
2026	6,001	5,337	11,338	7,201
2027	6,001	7,337	13,338	8,471
2028	6,001	7,337	13,338	8,471

AÑO	LAGO DE CHAPALA (LPS)	RESTO DE FUENTES (LPS)	PRODUCCIÓN (LPS)	OFERTA (LPS)
2029	6,001	7,337	13,338	8,471
2030	6,001	7,337	13,338	8,471
2031	6,001	7,337	13,338	8,471
2032	6,001	7,337	13,338	8,471
2033	6,001	7,337	13,338	8,471
2034	6,001	7,337	13,338	8,471
2035	6,001	7,337	13,338	8,471
2036	6,001	7,337	13,338	8,471
2037	6,001	7,337	13,338	8,471
2038	6,001	7,337	13,338	8,471
2039	6,001	7,337	13,338	8,471
2040	6,001	7,337	13,338	8,471
2041	6,001	7,337	13,338	8,471
2042	6,001	7,337	13,338	8,471
2043	6,001	7,337	13,338	8,471
2044	6,001	7,337	13,338	8,471
2045	6,001	7,337	13,338	8,471
2046	6,001	7,337	13,338	8,471
2047	6,001	7,337	13,338	8,471
2048	6,001	7,337	13,338	8,471
2049	6,001	7,337	13,338	8,471
2050	6,001	7,337	13,338	8,471
2051	6,001	7,337	13,338	8,471
2052	6,001	7,337	13,338	8,471
2053	6,001	7,337	13,338	8,471
2054	6,001	7,337	13,338	8,471
2055	6,001	7,337	13,338	8,471
2056	6,001	7,337	13,338	8,471
2057	6,001	7,337	13,338	8,471
2058	6,001	7,337	13,338	8,471

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y SIAPA.

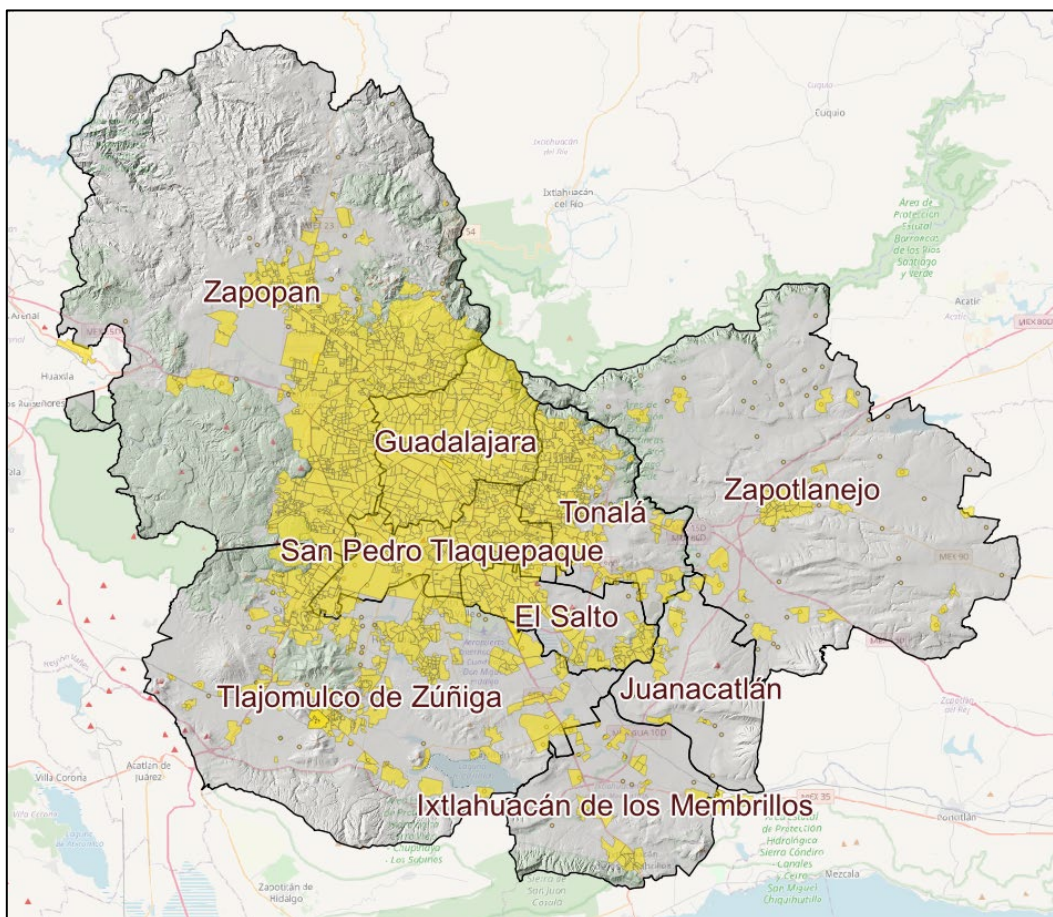
II.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se encuentra en el Área centro del estado de Jalisco y está conformada por los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan, y representa uno de los centros urbanos más importantes del país, tanto por el tamaño de su población con 4.2 millones habitantes, como por el conjunto de actividades económicas, sociales y culturales que se desarrollan en la zona. Territorialmente el crecimiento de esta zona ha experimentado un proceso de integración urbana con los municipios de El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Zapotlanejo y Tlajomulco de Zúñiga (este último, es uno de los municipios con mayor crecimiento poblacional del País y el número uno en Jalisco en crecimiento poblacional) por lo que se ha denominado a este conjunto como el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG).

De esta forma, el AMG se integra por 9 municipios, que para el año 2020 tienen una población estimada de 5.2 millones de habitantes, es la más poblada junto con el Área Metropolitana de Monterrey (ZMM) y por debajo de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

En el mapa se presenta la localización geográfica de los municipios que integran el AMG.

Ilustración 18 Municipios en el Área Metropolitana de Guadalajara



Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

El Área Metropolitana de Guadalajara ocupa en total una extensión territorial de 2,734 km², representando el 3.4% de la superficie total de estado.

II.3.1 POBLACIÓN

Para la proyección de la población se utilizaron los datos del último censo del Consejo Nacional de Población (CONAPO) para los 8 municipios, obteniéndose lo siguiente.

Tabla 15 Proyección de población del AMG.

	Tasa de crecimiento CONAPO	Población total
2020		8,507,662
2021	0.77%	8,573,447
2022	0.87%	8,647,986
2023	1.01%	8,735,511

	Tasa de crecimiento CONAPO	Población total
2024	0.98%	8,820,915
2025	0.93%	8,903,326
2026	0.88%	8,982,027
2027	0.83%	9,056,773
2028	0.78%	9,127,766
2029	0.74%	9,195,384
2030	0.70%	9,259,907
2031	0.67%	9,321,688
2032	0.64%	9,380,983
2033	0.61%	9,438,200
2034	0.59%	9,493,580
2035	0.57%	9,547,250
2036	0.54%	9,599,196
2037	0.52%	9,649,233
2038	0.50%	9,697,072
2039	0.47%	9,742,320
2040	0.44%	9,784,753
2041	0.40%	9,824,040
2042	0.37%	9,860,136
2043	0.33%	9,893,126
2044	0.30%	9,923,152
2045	0.27%	9,950,380
2046	0.25%	9,975,039
2047	0.22%	9,997,348
2048	0.20%	10,017,500
2049	0.18%	10,035,595
2050	0.16%	10,051,671
2051	0.14%	10,065,711
2052	0.12%	10,077,570
2053	0.09%	10,087,061
2054	0.07%	10,093,962
2055	0.04%	10,098,071
2056	0.01%	10,099,320
2057	-0.02%	10,097,629
2058	-0.04%	10,093,159

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO y resultados de la Encuesta Intercensal 2015 INEGI.

Para la proyección a nivel municipal se tomó en cuenta la misma tasa de CONAPO y se aplicó al dato obtenido del Censo de Población y Vivienda 2020 para cada municipio del AMG.

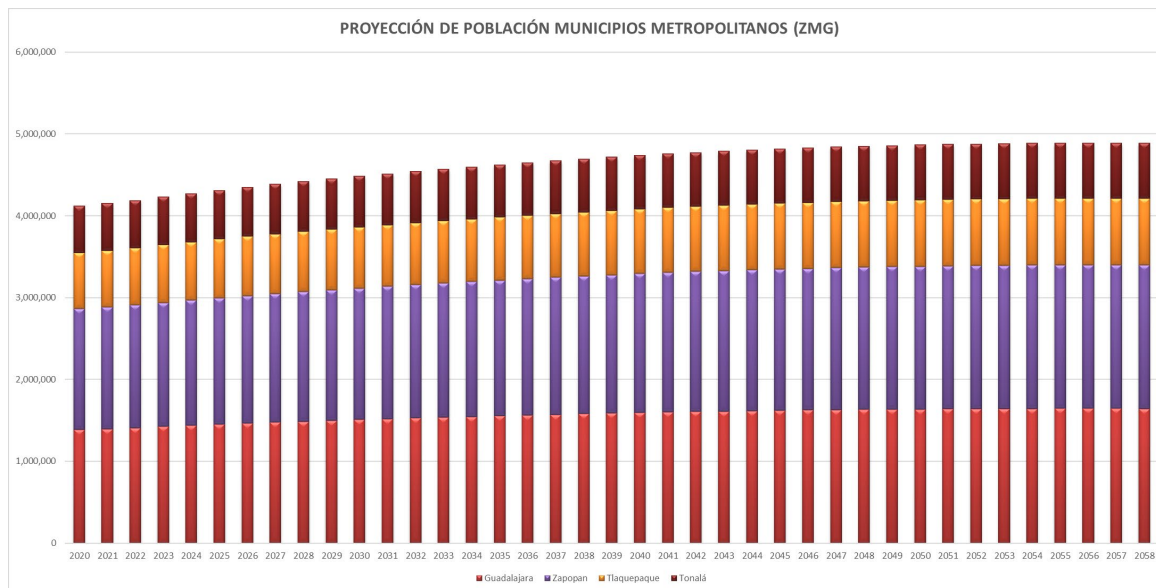
Tabla 16 Proyección de la población del AMG (2020-2058).

MUN	Guadalajara	Zapopan	Tlaquepaque	Tonalá	Tlajomulco de Zúñiga	Ixtlahuacán de los Membrillos	Juanacatlán	El Salto	Zapotlanejo
2020	1,385,629	1,476,491	687,127	569,913	727,750	67,969	30,855	232,852	64,806
2021	1,396,343	1,487,908	692,440	574,320	733,377	68,495	31,094	234,653	65,307
2022	1,408,483	1,500,844	698,460	579,313	739,753	69,091	31,364	236,693	65,875
2023	1,422,738	1,516,034	705,529	585,176	747,240	69,790	31,681	239,089	66,542
2024	1,436,648	1,530,856	712,427	590,897	754,546	70,472	31,991	241,426	67,193
2025	1,450,070	1,545,158	719,083	596,418	761,595	71,130	32,290	243,682	67,821
2026	1,462,888	1,558,816	725,439	601,690	768,327	71,759	32,575	245,836	68,421
2027	1,475,062	1,571,788	731,476	606,697	774,721	72,356	32,846	247,882	68,990
2028	1,486,625	1,584,109	737,210	611,453	780,794	72,923	33,103	249,825	69,531
2029	1,497,638	1,595,844	742,671	615,983	786,578	73,463	33,348	251,676	70,046
2030	1,508,147	1,607,042	747,882	620,305	792,097	73,978	33,582	253,442	70,538
2031	1,518,209	1,617,764	752,872	624,444	797,382	74,472	33,806	255,133	71,009
2032	1,527,866	1,628,055	757,661	628,416	802,454	74,946	34,021	256,756	71,461
2033	1,537,185	1,637,985	762,282	632,249	807,348	75,403	34,229	258,322	71,897
2034	1,546,205	1,647,596	766,755	635,959	812,085	75,845	34,430	259,838	72,319
2035	1,554,946	1,656,910	771,090	639,554	816,676	76,274	34,625	261,307	72,728
2036	1,563,406	1,665,925	775,285	643,034	821,119	76,689	34,813	262,729	73,124
2037	1,571,555	1,674,609	779,326	646,386	825,399	77,089	34,994	264,099	73,505
2038	1,579,346	1,682,911	783,190	649,591	829,491	77,471	35,167	265,408	73,869
2039	1,586,715	1,690,764	786,844	652,622	833,362	77,832	35,331	266,646	74,214
2040	1,593,626	1,698,128	790,271	655,465	836,992	78,171	35,485	267,807	74,537
2041	1,600,025	1,704,946	793,444	658,097	840,353	78,485	35,627	268,882	74,836
2042	1,605,904	1,711,210	796,359	660,515	843,441	78,773	35,758	269,870	75,111
2043	1,611,277	1,716,935	799,023	662,725	846,263	79,037	35,878	270,773	75,362
2044	1,616,167	1,722,146	801,448	664,736	848,831	79,277	35,987	271,595	75,591
2045	1,620,602	1,726,871	803,647	666,560	851,160	79,495	36,086	272,340	75,798
2046	1,624,618	1,731,151	805,639	668,212	853,269	79,692	36,175	273,015	75,986
2047	1,628,251	1,735,023	807,441	669,706	855,177	79,870	36,256	273,626	76,156
2048	1,631,533	1,738,520	809,069	671,056	856,901	80,031	36,329	274,178	76,310
2049	1,634,480	1,741,660	810,530	672,268	858,449	80,176	36,395	274,673	76,448
2050	1,637,098	1,744,450	811,828	673,345	859,824	80,304	36,453	275,113	76,570
2051	1,639,385	1,746,887	812,962	674,286	861,025	80,416	36,504	275,497	76,677
2052	1,641,316	1,748,945	813,920	675,080	862,039	80,511	36,547	275,822	76,767
2053	1,642,862	1,750,592	814,687	675,716	862,851	80,587	36,581	276,082	76,839
2054	1,643,986	1,751,790	815,244	676,178	863,441	80,642	36,606	276,271	76,892

MUN	Guadalajara	Zapopan	Tlaquepaque	Tonalá	Tlajomulco de Zúñiga	Ixtlahuacán de los Membrillos	Juanacatlán	El Salto	Zapotlanejo
2055	1,644,655	1,752,503	815,576	676,453	863,792	80,675	36,621	276,383	76,923
2056	1,644,858	1,752,720	815,677	676,537	863,899	80,685	36,626	276,417	76,933
2057	1,644,583	1,752,427	815,540	676,424	863,754	80,671	36,620	276,371	76,920
2058	1,643,855	1,751,651	815,179	676,125	863,372	80,635	36,604	276,249	76,886

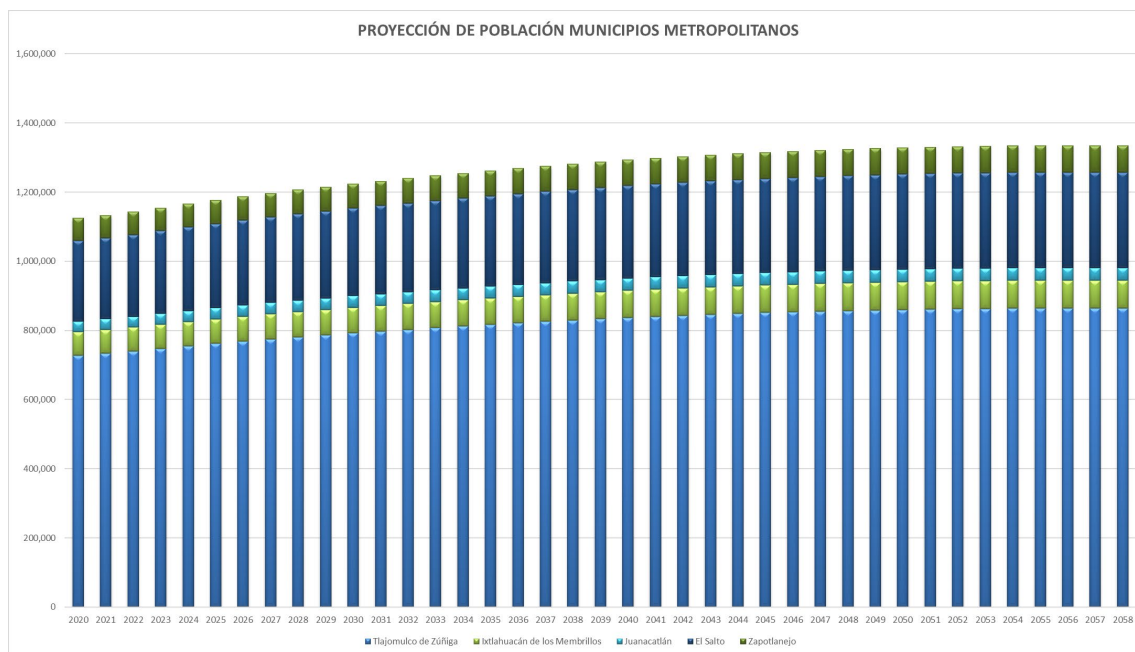
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO e INEGI.

Gráfica 4 Proyección de población total para municipios del AMG: Guadalajara, Zapopan, Tonalá y San Pedro Tlaquepaque



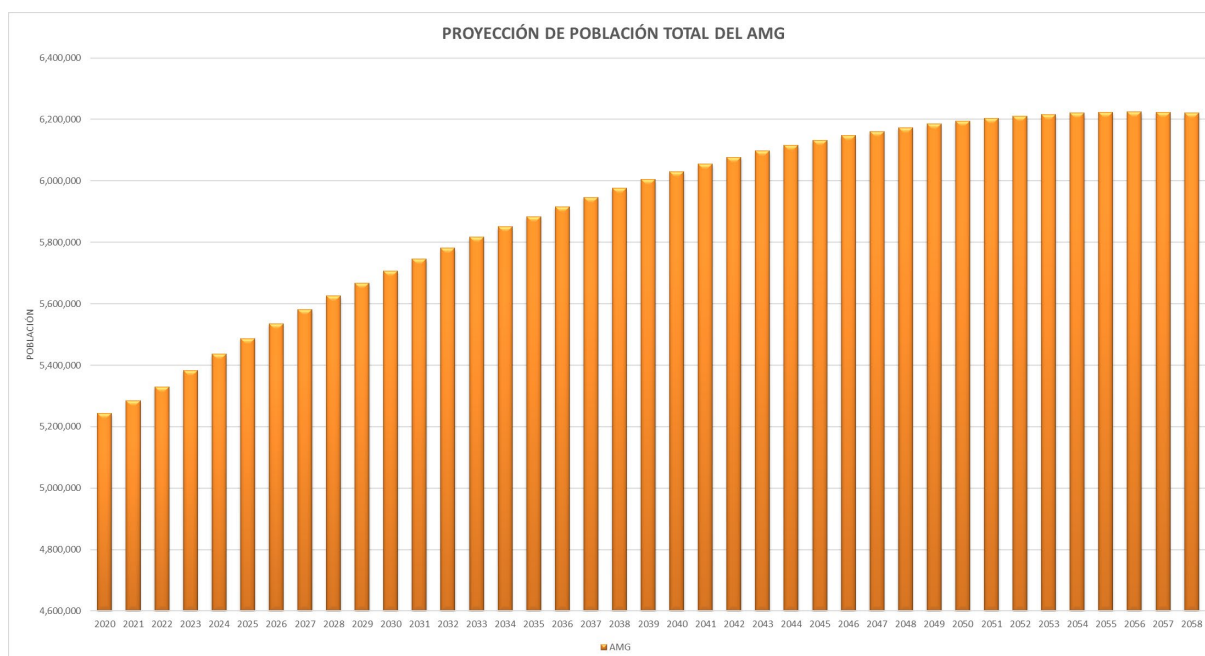
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO e INEGI.

Gráfica 5 Proyección de población total para municipios del AMG: El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Juanacatlán, Zapotlanejo e Ixtlahuacán de los Membrillos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO e INEGI.

Gráfica 6 Proyección de la población en el Área Metropolitana de Guadalajara al 2058



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO e INEGI.

Mediante tendencia se hizo la proyección para todo el horizonte de evaluación, por lo que se estimó una población de 5.6 millones de habitantes al 2026 y se estima que llegue a 6.2 millones de habitantes al año 2058.

II.3.2 CONSUMOS

El consumo deseable del sistema de agua potable para la población del AMG es la cantidad de agua en toma que está dispuesta a consumir la población bajo un esquema de no restricción en la oferta, con medición y pago y considerando las tarifas vigentes.

II.3.2.1 USUARIOS NO DOMÉSTICOS

Para el cálculo de los usuarios no domésticos, se tomaron en primera instancia los datos del SIAPA, el cual tiene tipificados tres diferentes tipos de usuarios no domésticos.

Tabla 17 Usuarios no domésticos del SIAPA (tomas).

Año	Tomas comerciales	Tomas industriales	Tomas Públicas/Gobierno
2011	85,885	3,601	4,414
2012	87,731	3,614	4,551
2013	88,727	3,533	4,673
2014	89,180	3,503	4,721
2015	90,508	3,464	4,772
2016	91,238	3,432	4,676
2017	92,643	3,406	4,694
2018	93,445	3,402	4,779
2019	94,064	3,375	4,805
2020	94,412	3,367	4,809
2021	94,115	3,335	4,804
2022	94,763	3,322	4,856
2023	95,791	3,371	4,891
2024	96,505	3,414	4,905
2025	97,872	3,457	4,977

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SIAPA.

De los consumos facturados se obtuvieron los consumos unitarios por tipo de toma.

Tabla 18 Consumos de los usuarios no domésticos del SIAPA.

Consumos de agua potable SIAPA		
Tomas comerciales	19.02	m ³ /toma/mes
Tomas industriales	119.27	m ³ /toma/mes

Consumos de agua potable SIAPA

Tomas públicas	220.76	m³/toma/mes
----------------	--------	-------------

Nota: Se consideró el valor reportado en el año 2022 para la proyección debido a que presenta una tendencia decreciente durante los últimos años.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SIAPA.

Para la proyección de las tomas se analizaron los crecimientos históricos de las tomas, para lo cual se estimó una tasa ponderada considerando los usuarios con servicio medido y los usuarios con cuota fija.

II.3.2.2 TOMAS POR TIPO DE MEDICIÓN

En México se considera el término de *Agua no contabilizada* para incluir todo lo referente a las pérdidas físicas ocasionadas por fugas, usuarios clandestinos y errores o falta de medición, principalmente.

En lo que corresponde a usuarios no medidos, se dispone de la siguiente información derivada del Diagnóstico Integral de Planeación del SIAPA.

Tabla 19 Tomas de usuarios con cuota fija.

Año	Tomas domésticas	Tomas comerciales	Tomas industriales	Tomas Públicas/Gobierno	Total
2011	93,658	14,257	189	1,168	109,272
2012	104,027	15,318	193	1,242	120,780
2013	112,615	15,703	187	1,337	129,842
2014	118,758	15,830	189	1,377	136,154
2015	128,484	16,405	185	1,411	146,485
2016	128,291	15,966	179	1,289	145,725
2017	128,351	15,877	165	1,279	145,672
2018	130,816	16,019	173	1,345	148,353
2019	134,844	15,868	171	1,359	152,242
2020	130,132	15,766	168	1,355	147,421
2021	129,180	15,461	165	1,341	146,147
2022	131,449	15,270	163	1,376	148,258
2023	129,590	15,054	163	1,357	146,163
2024	126,436	14,688	163	1,324	142,611
2025	128,883	14,972	163	1,349	145,367

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SIAPA.

Tabla 20 Tomas de usuarios con servicio medido.

Año	Tomas domésticas	Tomas comerciales	Tomas industriales	Tomas Públicas/Gobierno	Total
2011	811,751	71,628	3,412	3,246	890,037
2012	825,315	72,413	3,421	3,309	904,458
2013	836,435	73,024	3,346	3,336	916,141
2014	846,169	73,350	3,314	3,344	926,177
2015	858,422	74,103	3,279	3,361	939,165
2016	875,301	75,272	3,253	3,387	957,213
2017	891,748	76,766	3,241	3,415	975,170
2018	904,865	77,426	3,229	3,434	988,954
2019	921,111	78,196	3,204	3,446	1,005,957
2020	932,813	78,646	3,199	3,454	1,018,112
2021	942,347	78,654	3,170	3,463	1,027,634
2022	955,605	79,493	3,159	3,480	1,041,737
2023	970,554	80,737	3,208	3,534	1,058,033
2024	983,534	81,817	3,251	3,581	1,072,183
2025	996,551	82,900	3,294	3,628	1,086,373

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SIAPA.

II.3.2.3 CÁLCULO DE LA DEMANDA ACTUAL

De conformidad con los datos descritos y el valor de demanda deseada se obtiene la demanda total para el año 2025.

Tabla 21 Demanda actual del AMG (año 2025).

DATOS DEL AMG	2025
Población	5,487,247
Cobertura	0.93%
Población servida AMG	98.5%
CONSUMO DOMÉSTICO (l/s)	5,405,161
CONSUMOS NO DOMÉSTICOS (l/s)	9,086
DEMANDA TOTAL (l/s)	1,454

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

II.3.2.4 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL

Con estos datos, se obtiene una proyección de la demanda actual a partir del año 2026 siendo de 10.6 m³/s que se estima llegue a 12.2 m³/s en el año 2058.

Tabla 22 Proyección de Demanda de la Situación Actual del AMG.

	Población	Tasa de crec.	Cobertura	Población servida AMG	Demanda doméstico (l/s)	Demanda no domésticos (l/s)	Demanda total (l/s)
2026	5,535,751	0.88%	98.50%	5,452,940	9,167	1,466	10,632
2027	5,581,818	0.83%	98.50%	5,498,317	9,243	1,478	10,721
2028	5,625,573	0.78%	98.50%	5,541,418	9,315	1,490	10,805
2029	5,667,247	0.74%	98.50%	5,582,468	9,384	1,502	10,886
2030	5,707,013	0.70%	98.50%	5,621,640	9,450	1,514	10,964
2031	5,745,091	0.67%	98.50%	5,659,148	9,513	1,527	11,040
2032	5,781,636	0.64%	98.50%	5,695,146	9,574	1,539	11,113
2033	5,816,900	0.61%	98.50%	5,729,883	9,632	1,552	11,184
2034	5,851,032	0.59%	98.50%	5,763,504	9,689	1,565	11,254
2035	5,884,110	0.57%	98.50%	5,796,087	9,744	1,578	11,321
2036	5,916,124	0.54%	98.50%	5,827,622	9,797	1,591	11,387
2037	5,946,962	0.52%	98.50%	5,857,999	9,848	1,604	11,452
2038	5,976,444	0.50%	98.50%	5,887,040	9,896	1,617	11,514
2039	6,004,330	0.47%	98.50%	5,914,509	9,943	1,631	11,574
2040	6,030,482	0.44%	98.50%	5,940,270	9,986	1,645	11,631
2041	6,054,695	0.40%	98.50%	5,964,120	10,026	1,658	11,684
2042	6,076,941	0.37%	98.50%	5,986,034	10,063	1,672	11,735
2043	6,097,273	0.33%	98.50%	6,006,062	10,097	1,686	11,783
2044	6,115,778	0.30%	98.50%	6,024,290	10,127	1,701	11,828
2045	6,132,559	0.27%	98.50%	6,040,820	10,155	1,715	11,870
2046	6,147,757	0.25%	98.50%	6,055,790	10,180	1,729	11,910
2047	6,161,506	0.22%	98.50%	6,069,334	10,203	1,744	11,947
2048	6,173,927	0.20%	98.50%	6,081,569	10,223	1,759	11,982
2049	6,185,079	0.18%	98.50%	6,092,554	10,242	1,774	12,016
2050	6,194,985	0.16%	98.50%	6,102,312	10,258	1,789	12,047
2051	6,203,639	0.14%	98.50%	6,110,836	10,273	1,804	12,077
2052	6,210,947	0.12%	98.50%	6,118,035	10,285	1,820	12,104
2053	6,216,797	0.09%	98.50%	6,123,798	10,294	1,835	12,130
2054	6,221,050	0.07%	98.50%	6,127,987	10,301	1,851	12,152
2055	6,223,581	0.04%	98.50%	6,130,480	10,306	1,867	12,172
2056	6,224,352	0.01%	98.50%	6,131,239	10,307	1,883	12,190
2057	6,223,310	-0.02%	98.50%	6,130,213	10,305	1,899	12,204
2058	6,220,556	-0.04%	98.50%	6,127,500	10,301	1,915	12,216

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

II.4 INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA

Una vez que se consideran ambos escenarios de proyección en la oferta y la demanda acorde a los supuestos de cada apartado, el balance obtenido es el siguiente.

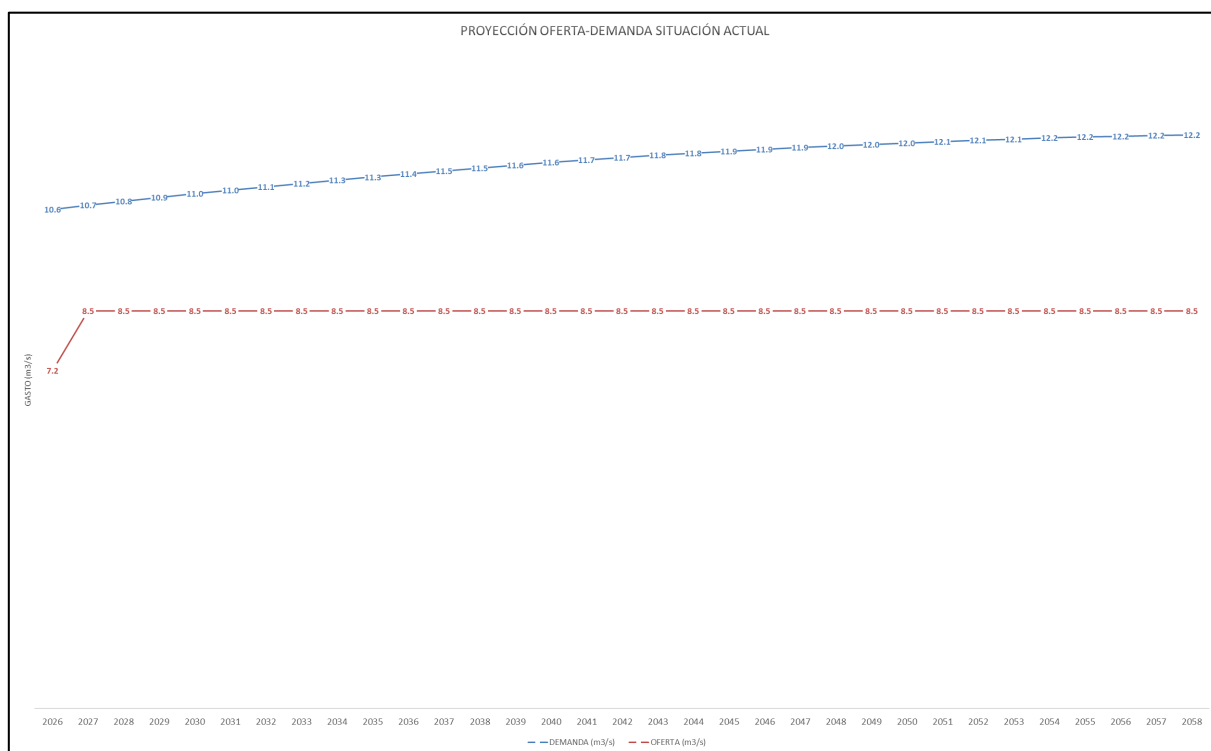
Tabla 23 Proyección del Balance Oferta-Demanda de la Situación Actual del AMG.

AÑO	DEMANDA	OFERTA	BALANCE
2026	10,632	7,201	- 3,432
2027	10,721	8,471	- 2,250
2028	10,805	8,471	- 2,334
2029	10,886	8,471	- 2,416
2030	10,964	8,471	- 2,494
2031	11,040	8,471	- 2,569
2032	11,113	8,471	- 2,642
2033	11,184	8,471	- 2,713
2034	11,254	8,471	- 2,783
2035	11,321	8,471	- 2,851
2036	11,387	8,471	- 2,917
2037	11,452	8,471	- 2,981
2038	11,514	8,471	- 3,043
2039	11,574	8,471	- 3,103
2040	11,631	8,471	- 3,160
2041	11,684	8,471	- 3,214
2042	11,735	8,471	- 3,264
2043	11,783	8,471	- 3,312
2044	11,828	8,471	- 3,357
2045	11,870	8,471	- 3,399
2046	11,910	8,471	- 3,439
2047	11,947	8,471	- 3,476
2048	11,982	8,471	- 3,512
2049	12,016	8,471	- 3,545
2050	12,047	8,471	- 3,577
2051	12,077	8,471	- 3,606
2052	12,104	8,471	- 3,634
2053	12,130	8,471	- 3,659
2054	12,152	8,471	- 3,682
2055	12,172	8,471	- 3,702

AÑO	DEMANDA	OFERTA	BALANCE
2056	12,190	8,471	- 3,719
2057	12,204	8,471	- 3,734
2058	12,216	8,471	- 3,745

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

Gráfica 7 Proyección del balance oferta-demanda de la situación actual del AMG (l/s)



Fuente: Elaboración propia.

III. SITUACIÓN SIN EL PPI

En esta sección se describe la situación esperada en ausencia del proyecto de inversión y se analizan las optimizaciones, las cuales son medidas de bajo costo o proyectos en marcha que permitan optimizar la situación actual al reducir el déficit en la demanda.

III.1 OPTIMIZACIONES.

Para la evaluación del proyecto se debe analizar la situación sin proyecto que corresponde a la situación actual incorporando las optimizaciones, las cuales corresponden a acciones de bajo costo (se consideran opciones que representen el 10% del monto de inversión del proyecto analizado) o proyectos en marcha que permitan no adjudicar beneficios al proyecto que no le correspondan.

En este sentido, el SIAPA tiene en proceso diversas acciones para mejorar la eficiencia operativa, tales como acciones en materia de sectorización, sustitución de medidores y recuperación de caudales mediante reducción de pérdidas físicas.

Como resultado de estos componentes, se espera una mejora en la eficiencia física, respecto de los valores prevalecientes durante los últimos años. Conforme a la información analizada, actualmente el SIAPA tiene un nivel aproximado de 36.86% el cual se pretende llevar a 28%. Para efecto de evaluación, se consideró un plazo de 10 años para lograrlo. En la tabla 25 se estimó la potencial recuperación de caudales a partir de la reducción de pérdidas físicas.

Tabla 24 Pérdidas físicas históricas del SIAPA.

	2022	2023	2024	2025
Eficiencia	63.5%	63.8%	64.1%	63.1%
Pérdidas físicas	36.5%	36.2%	35.9%	36.9%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y el SIAPA.

Tabla 25 Recuperación de caudales estimada (l/s).

AÑO	Gasto recuperado
2026	58.7
2027	187.2
2028	305.4
2029	423.6
2030	541.7
2031	659.9

AÑO	Gasto recuperado
2032	778.1
2033	896.2
2034	1,014.4
2035	1,132.6

Fuente: Elaboración propia.

III.2. PROYECCIÓN DE LA OFERTA DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO

La oferta de la situación actual se considera optimizada al no incorporar fuentes alternas y reconociendo un criterio de explotación sustentable para las fuentes subterráneas, por lo que será igual a la oferta de la situación sin proyecto.

Tabla 26 Proyección de la oferta en la situación sin proyecto (l/s).

AÑO	LAGO DE CHAPALA	RESTO DE FUENTES	PRODUCCIÓN	OFERTA
2029	6,001	7,337	13,338	8,894
2030	6,001	7,337	13,338	9,012
2031	6,001	7,337	13,338	9,131
2032	6,001	7,337	13,338	9,249
2033	6,001	7,337	13,338	9,367
2034	6,001	7,337	13,338	9,485
2035	6,001	7,337	13,338	9,603
2036	6,001	7,337	13,338	9,603
2037	6,001	7,337	13,338	9,603
2038	6,001	7,337	13,338	9,603
2039	6,001	7,337	13,338	9,603
2040	6,001	7,337	13,338	9,603
2041	6,001	7,337	13,338	9,603
2042	6,001	7,337	13,338	9,603
2043	6,001	7,337	13,338	9,603
2044	6,001	7,337	13,338	9,603
2045	6,001	7,337	13,338	9,603
2046	6,001	7,337	13,338	9,603
2047	6,001	7,337	13,338	9,603
2048	6,001	7,337	13,338	9,603

AÑO	LAGO DE CHAPALA	RESTO DE FUENTES	PRODUCCIÓN	OFERTA
2049	6,001	7,337	13,338	9,603
2050	6,001	7,337	13,338	9,603
2051	6,001	7,337	13,338	9,603
2052	6,001	7,337	13,338	9,603
2053	6,001	7,337	13,338	9,603
2054	6,001	7,337	13,338	9,603
2055	6,001	7,337	13,338	9,603
2056	6,001	7,337	13,338	9,603
2057	6,001	7,337	13,338	9,603
2058	6,001	7,337	13,338	9,603

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y cálculos propios.

III.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda es la cantidad de agua que requieren los usuarios sin restricción de acuerdo con las condiciones actuales. Se obtuvo una proyección de la demanda para el horizonte de evaluación.

Tabla 27 Proyección de demanda de la situación sin proyecto del AMG (l/s).

AÑO	DEMANDA DOMÉSTICA	DEMANDA NO DOMÉSTICOS	DEMANDA TOTAL
2029	9,384	1,502	10,886
2030	9,450	1,514	10,964
2031	9,513	1,527	11,040
2032	9,574	1,539	11,113
2033	9,632	1,552	11,184
2034	9,689	1,565	11,254
2035	9,744	1,578	11,321
2036	9,797	1,591	11,387
2037	9,848	1,604	11,452
2038	9,896	1,617	11,514
2039	9,943	1,631	11,574
2040	9,986	1,645	11,631
2041	10,026	1,658	11,684
2042	10,063	1,672	11,735

AÑO	DEMANDA DOMÉSTICA	DEMANDA NO DOMÉSTICOS	DEMANDA TOTAL
2043	10,097	1,686	11,783
2044	10,127	1,701	11,828
2045	10,155	1,715	11,870
2046	10,180	1,729	11,910
2047	10,203	1,744	11,947
2048	10,223	1,759	11,982
2049	10,242	1,774	12,016
2050	10,258	1,789	12,047
2051	10,273	1,804	12,077
2052	10,285	1,820	12,104
2053	10,294	1,835	12,130
2054	10,301	1,851	12,152
2055	10,306	1,867	12,172
2056	10,307	1,883	12,190
2057	10,305	1,899	12,204
2058	10,301	1,915	12,216

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y cálculos propios.

III.4 DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA

A partir de las proyecciones realizadas para la oferta y la demanda sin proyecto se obtuvo el siguiente balance para el horizonte de evaluación.

Tabla 28 Proyección del balance oferta-demanda de la situación sin proyecto del AMG (l/s).

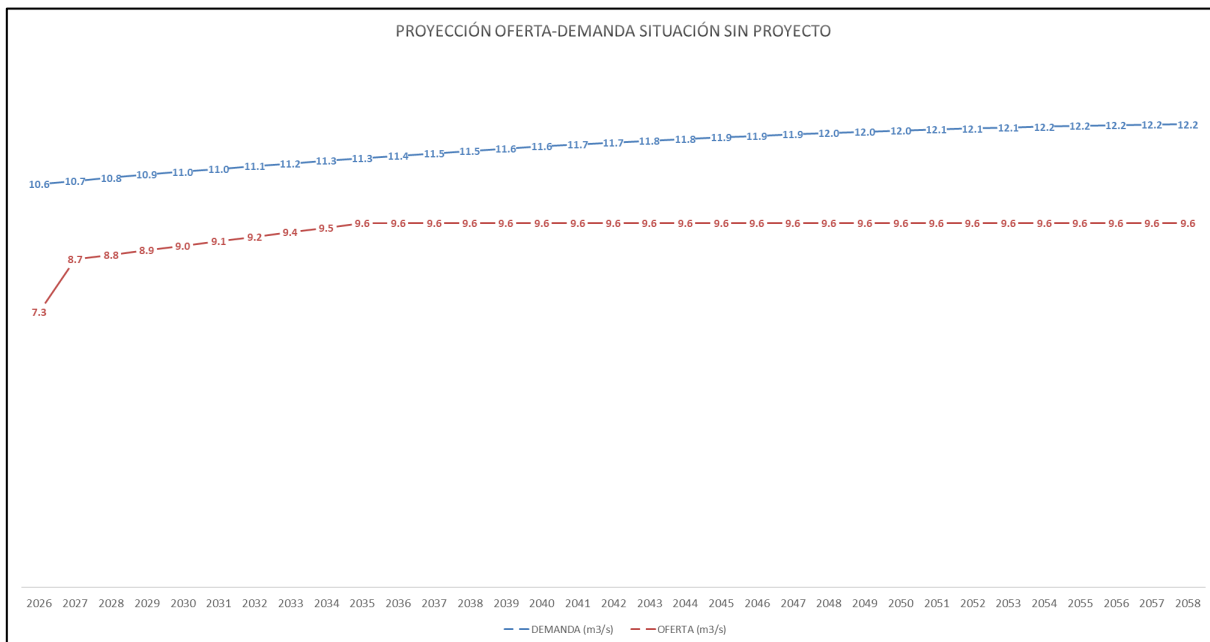
AÑO	DEMANDA	OFERTA	BALANCE
2029	10,886	8,894	- 1,992
2030	10,964	9,012	- 1,952
2031	11,040	9,131	- 1,909
2032	11,113	9,249	- 1,864
2033	11,184	9,367	- 1,817
2034	11,254	9,485	- 1,768
2035	11,321	9,603	- 1,718
2036	11,387	9,603	- 1,784
2037	11,452	9,603	- 1,848
2038	11,514	9,603	- 1,911

AÑO	DEMANDA	OFERTA	BALANCE
2039	11,574	9,603	- 1,970
2040	11,631	9,603	- 2,027
2041	11,684	9,603	- 2,081
2042	11,735	9,603	- 2,132
2043	11,783	9,603	- 2,180
2044	11,828	9,603	- 2,224
2045	11,870	9,603	- 2,267
2046	11,910	9,603	- 2,306
2047	11,947	9,603	- 2,344
2048	11,982	9,603	- 2,379
2049	12,016	9,603	- 2,412
2050	12,047	9,603	- 2,444
2051	12,077	9,603	- 2,474
2052	12,104	9,603	- 2,501
2053	12,130	9,603	- 2,526
2054	12,152	9,603	- 2,549
2055	12,172	9,603	- 2,569
2056	12,190	9,603	- 2,586
2057	12,204	9,603	- 2,601
2058	12,216	9,603	- 2,613

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y cálculos propios.

El déficit en el año 2029 es 2.0 m³/s y se contempla que llegue a 2.6 m³/s al final del horizonte de evaluación. Lo anterior se observa en la siguiente gráfica.

Gráfica 8 Proyección del balance oferta-demanda de la situación sin proyecto del AMG (l/s)



Fuente: Elaboración propia.

III.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El análisis de alternativas contempla el análisis técnico contenido en el proyecto ejecutivo de la obra bajo análisis. En la selección de un equipo de bombeo intervienen la carga estática de succión y descarga, así como los niveles de superficie libre del agua a bombear que generarán las presiones a las que estará sometida la bomba.

Para este caso en particular, para las propuestas solicitadas, se generó una curva del funcionamiento del sistema en base a los niveles mínimos y máximos del Lago de Chapala, así como un valor de la carga estática y dos puntos de operación a cumplir dentro del rango de operación marcado por la curva.

La eficiencia energética debe considerar las pérdidas en todos los componentes del sistema, no de manera separada para exclusivamente la bomba o el motor.

Tabla 29 Tipo de bombas analizadas.

Marca bomba	INDAR	KBL	KSB	RUHRPUMPEN
Tipo de bomba	SUMERGIBLE	TURBINA VERT	TURBINA VERT	TURBINA VERT
Ef. Hidráulica (%)	85.6	88	83	87.9
Ef. Eléctrica (%)	91.5	95.6	96.3	95.8

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

Costo de Inversión

Se revisó el costo propio de la bomba los componentes necesarios para la operación de la misma.

Tabla 30 Comparativa entre equipos de bombeo.

Marca bomba	INDAR	KBL	KSB	RUHRPUMPEN
Propuesta Económica				
Material puesto en	CHAPALA	CHAPALA	GUADALAJARA	MONTERREY
Precio (DLS) NETO por equipo				\$ 1,216,251.88
Precio (DLS) NETO Eqp Totales				\$ 6,081,259.40
Precio (DLS) NETO EQUIPOS DE CONTROL. INST Y PUESTA EN MARCHA				\$ 4,256,713.40
Precio (mxn) NETO por equipo	\$ 88,850,200.00			
Precio (mxn) NETO Eqp Totales (5)	\$ 444,251,000.00			
Precio (mxn) NETO EQUIPOS CONTROL , INST Y PUESTA EN MARCHA	\$ 278,226,000.00			
Precio Total (DLS) Neto		\$ 21,031,304.60	\$ 41,644,000.00	\$ 10,337,972.80
Precio Total (MXN) Neto TC 20	\$ 722,477,000.00	\$ 420,626,092.00	\$ 832,880,000.00	\$ 206,759,456.00
		NO INCLUYE COSTOS VFD, INST Y VIATICOS PERSONAL SUP DE PUESTA EN MARCHA Y CAPACIT.	FALTA FLETE GDL-CHAPALA Y COSTO DE VALVULA DE PASO ANULAR DE 106"	FALTA FLETE MTY-CHAPALA
Tiempo Entrega (sem hab)	48	*ND	45	51

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

En este caso se puede observar que Rurhpumpen presenta un costo muy bajo en relación a los demás, por lo que considera que es una propuesta insolvente, además de tener mayor tiempo de entrega.

La propuesta de KBL no se compromete a la instalación y puesta en marcha y capacitación, a la vez que solicita costos de viáticos por tener al personal como supervisión en sitio lo que no es claro y no presenta garantía. El tiempo de entrega no se especifica en la propuesta, lo cual también no es garantía de cumplimiento. No tiene instalaciones de referencia en México por consiguiente no cuenta con un equipo disponible en caso de emergencia y su tiempo de respuesta puede ser mayor que los demás.

En el caso de KSB es el mejor tiempo de respuesta sin embargo el costo es el mayor presentado y además se requiere de instalaciones adicionales que se deben sumar al mismo. Costo de válvula de paso anular, casa de máquinas y no se puede prescindir del uso de variadores de velocidad para la operación lo cual sumar costos en la operación.

Por lo anterior, se considera que las propuestas de KSB e Indar se podrían estudiar de manera más puntual con información del conjunto motor proporcionado por los fabricantes para tener una última decisión.

En lo que corresponden a la línea de conducción, para el costo del suministro e instalación de tubería y piezas especiales, el criterio utilizado fue el siguiente:

- Para tubería de acero se consideró espesor de 5/8" en las zonas altas y de 3/4" en la parte baja del perfil. La longitud considerada fue de 50% para el primer caso y 50% para el segundo caso.
- En el caso de la tubería de poliéster reforzado, se consideraron las mismas longitudes, pero para una PN16 y PN20 respectivamente.
- En el caso de la tubería de concreto presforzado, solo se consideró una presión nominal de 20 kg/cm² que es la única disponible.
- Finalmente, para el caso de tubería de hierro dúctil, la presión de trabajo disponible es de 25 kg/cm² por lo cual se consideró toda la longitud en la misma clase. El resultado final se muestra a continuación:

Tabla 31 Comparativa de costos entre tubería para conducción.

DIAM (plg)		110	106	100
DIAM (m)		2750	2650	2500
MATERIAL		ACERO	ACERO	ACERO
COSTO ML TUBERIA		\$ 85,092.75	\$ 82,246.00	\$ 77,953.75
COSTO TOTAL TUBERIA		\$ 2,204,497,874.25	\$ 2,130,747,122.00	\$ 2,019,547,801.25
COSTO TOTAL PZAS ESP		\$ 221,156,458.74	\$ 212,623,743.69	\$ 201,728,869.69
SUMA		\$ 2,425,654,332.99	\$ 2,343,370,865.69	\$ 2,221,276,670.94
		\$ 2,425.65	\$ 2,343.37	\$ 2,221.28

DIAM (plg)		108	104	100
DIAM (m)		2700	2600	2500
MATERIAL		PRFV	PRFV	PRFV
COSTO ML TUBERIA		\$ 65,346.31	\$ 56,231.84	\$ 50,354.62
COSTO TOTAL TUBERIA		\$ 1,692,926,756.02	\$ 1,456,798,214.11	\$ 1,304,537,107.96
COSTO TOTAL PZAS ESP		\$ 553,304,270.55	\$ 521,413,739.80	\$ 499,884,857.96
SUMA		\$ 2,246,231,026.57	\$ 1,978,211,953.91	\$ 1,804,421,965.91
		\$ 2,246.23	\$ 1,978.21	\$ 1,804.42

DIAM (plg)		108	104	99
DIAM (m)		2700	2600	2475
MATERIAL		CONCRETO	HIERRO DUCTIL	CONCRETO
COSTO ML TUBERIA		\$ 102,667.50	\$ 77,265.63	\$ 75,903.75
COSTO TOTAL TUBERIA		\$ 2,659,806,922.50	\$2,001,720,546.88	\$ 1,966,438,451.25
COSTO TOTAL PZAS ESP		\$ 358,410,704.70	\$ 993,397,180.18	\$ 322,062,555.00
SUMA		\$ 3,018,217,627.20	\$2,995,117,727.05	\$ 2,288,501,006.25
		\$ 3,018.22	\$ 2,995.12	\$ 2,288.50

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

En el proyecto ejecutivo se plantearon los costos de energía que se requieren para la operación de la línea de conducción. Esto se consideró para 24 horas de bombeo con un gasto de diseño de 7.5 m³/s y para una operación de 18 horas con un gasto de diseño de 10 m³/s.

El esquema tarifario vigente de la CFE para la Demanda Industrial en Subtransmisión, que es la que aplica en este caso en particular, la cual corresponde a los servicios que destinen la energía en cualquier uso suministrados en alta tensión. Los cálculos fueron realizados con la tarifa vigente en junio 2025.

A continuación, se presentan los resultados del proyecto ejecutivo correspondientes a los valores del costo por kW/h para ambos casos, con una diferencia de \$0.10 cuando no se utilizan horarios punta.

Tabla 32 Comparativa de costos de energía.

COSTO POR CONSUMO EN KW/HR ANUAL USO CONTINUO 24 HORAS (tarifa jun 25)								
DEMANDA POR DIAS	TARIFA CFE	HORARIOS POR TIPO DEMANDA	HORAS EFECT	DIAS/SEM	DIAS CALENDARIO	DIAS PARA TARIFA	HORAS POR AÑO	COSTO Kw/Hr
LUNEA A VIERNES								
demanda base	\$ 1.14	0-6 hrs	6.00	5	261	254	1,524.00	\$ 1,743.46
demanda intermedia	\$ 1.89	6-19 hrs y 22-24 hrs	15.00	5	261	254	3,810.00	\$ 7,205.09
demanda punta	\$ 2.24	19-22 hrs	3.00	5	261	254	762.00	\$ 1,704.59
SABADOS								
demanda base	\$ 1.14	0-7 hrs	7.00	1	52	52	364.00	\$ 416.42
demanda intermedia	\$ 1.89	7-24 hrs	17.00	1	52	52	884.00	\$ 1,671.73
DOMINGOS - FESTIVOS								
demanda base	\$ 1.14	0-19 hrs y 23-24 hrs	20.00	1	52	59	1,180.00	\$ 1,349.92
demanda intermedia	\$ 1.89	19-23 hrs	4.00	1	52	59	236.00	\$ 446.30
SUMAS					365	365	8,760.00	\$ 1.66

COSTO POR CONSUMO EN KW/HR ANUAL PARA 18 HORAS FUERA DE HORARIO PUNTA (tarifa jun 25)								
DEMANDA POR DIAS	TARIFA CFE	HORARIOS POR TIPO DEMANDA	HORAS EFECT	DIAS/SEM	DIAS CALENDARIO	DIAS PARA TARIFA	HORAS POR AÑO	COSTO Kw/Hr
LUNEA A VIERNES								
demanda base	\$ 1.14	0-6 hrs	6.00	5	261	254	1,524.00	\$ 1,743.46
demanda intermedia	\$ 1.89	6-19 hrs y 22-24 hrs	12.00	5	261	254	3,048.00	\$ 5,764.07
demanda punta	\$ 2.24	19-22 hrs	-	5	261	254	-	\$ -
SABADOS								
demanda base	\$ 1.14	0-7 hrs	7.00	1	52	52	364.00	\$ 416.42
demanda intermedia	\$ 1.89	7-24 hrs	11.00	1	52	52	572.00	\$ 1,081.71
DOMINGOS - FESTIVOS								
demanda base	\$ 1.14	0-19 hrs y 23-24 hrs	18.00	1	52	59	1,062.00	\$ 1,214.93
demanda intermedia	\$ 1.89	19-23 hrs	-	1	52	59	-	\$ -
SUMAS					365	365	6,570.00	\$ 1.56

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

Adicionalmente los cobros por Suministro, Transmisión, Cargos Fijos, Cenace, Capacidad y SCn MEM se obtuvieron a partir del último recibo de la Estación de bombeo, en el cual el precio promedio por kW/h fue de \$2.3357 sin incluir IVA.

De lo anterior, restando este valor de \$2.3357 a la tarifa calculada para ese mismo mes de \$1.733 le restan \$0.6027, de manera que el costo estimado para el bombeo de 24 horas se considerará en \$2.7094 y para el de 18 horas en \$2.6031. Ambos valores consideran el valor del IVA.

Para la obtención de la demanda eléctrica requerida se consideró una eficiencia del 84% y los datos fueron obtenidos a partir de la fórmula

Potencia (HP) = $(Q * ADT) / (367 * \eta)$: (versión simplificada para agua, donde $\gamma \approx 1000 \text{ kg/m}^3$)

Para el análisis definitivo del diámetro económico, el documento del proyecto ejecutivo muestra que se analizaron los escenarios de los 2 tipos de bombeo (24 horas y 18 horas) y con sus gastos respectivos para las condiciones de tubería

nueva, tubería con uso de 10 años, tubería de 20 años de uso y finalmente con 30 años de uso.

Tabla 33 Comparativa de costos anuales para todas las condiciones.

DIAM	Bombeo 18 hrs				Bombeo 24 hrs			
	Q=10m3/seg				Q=7.5 m3/seg			
plg	Tub Nva	Tub uso 10a	Tub uso 20a	Tub uso 30a	Tub Nva	Tub uso 10a	Tub uso 20a	Tub uso 30a
ACERO								
110	\$ 391.10	\$ 424.99	\$ 435.75	\$ 445.06	\$ 384.87	\$ 403.33	\$ 410.71	\$ 416.16
106	\$ 386.52	\$ 429.20	\$ 439.58	\$ 450.65	\$ 381.98	\$ 403.94	\$ 412.70	\$ 419.18
100	\$ 393.22	\$ 448.92	\$ 470.78	\$ 486.97	\$ 382.38	\$ 414.55	\$ 427.34	\$ 436.83
PRFV								
108	\$ 376.87	\$ 414.29	\$ 428.88	\$ 439.63	\$ 375.56	\$ 398.55	\$ 407.09	\$ 413.39
104	\$ 376.10	\$ 422.79	\$ 440.69	\$ 453.88	\$ 365.73	\$ 394.03	\$ 404.50	\$ 412.23
100	\$ 373.28	\$ 431.80	\$ 453.93	\$ 470.26	\$ 360.20	\$ 395.32	\$ 408.27	\$ 417.84
CONCRETO								
108	\$ 464.32	\$ 494.28	\$ 508.26	\$ 518.92	\$ 420.63	\$ 439.53	\$ 447.72	\$ 453.96
99	\$ 450.51	\$ 502.47	\$ 525.93	\$ 543.90	\$ 392.16	\$ 423.86	\$ 437.59	\$ 448.12
HD								
104	\$ 424.23	\$ 468.76	\$ 487.92	\$ 502.96	\$ 415.11	\$ 440.85	\$ 452.06	\$ 460.88

Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

Del análisis anterior, el proyecto ejecutivo presenta las siguientes conclusiones:

1. *Conforme la tubería cuenta con años de servicio, el acueducto se vuelve más deficiente. Por lo anterior, es necesario contar con un sistema de limpieza periódico y un sistema para el control de las incrustaciones que se pagaría con el ahorro de energía que representa la disminución del área hidráulica a largo plazo. También se propone realizar el cálculo hidráulico definitivo con valores de los coeficientes de fricción más conservadores cercanos a los 5 años de servicio.*
2. *Las tuberías con mayor costo de operación resultaron ser las tuberías de concreto reforzado y la de hierro dúctil en todos los escenarios propuestos.*
3. *Dentro de los materiales restantes, correspondientes a tuberías de acero se puede concluir que el diámetro óptimo para este material es de 106" de diámetro. En el caso de la tubería de PRFV el diámetro de 100" es el de mayor conveniencia.*

IV. SITUACIÓN CON EL PPI

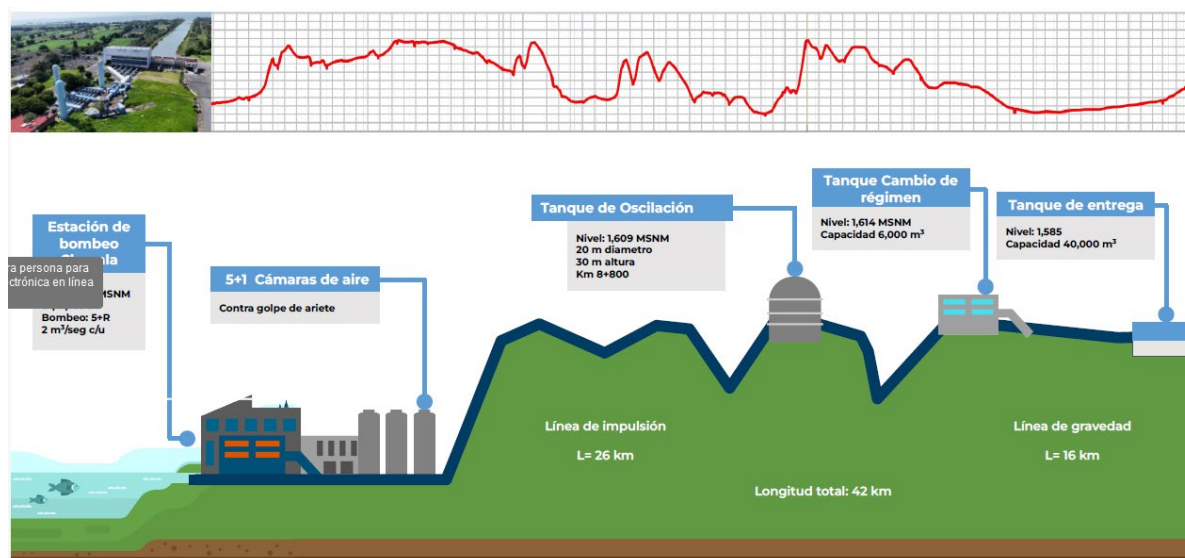
IV.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El Acueducto Chapala Guadalajara se ubica dentro del derecho de vía en el cual se había previsto un segundo acueducto. Es por lo anterior, que el Acueducto Sustituto tendrá el mismo trazo del actual Acueducto.

La propuesta de proyecto contempla las siguientes acciones.

- Línea de Conducción de la Estación de Bombeo Chapala a Tanque de Cambio de Régimen.
- Tanque de Oscilación.
- Estructura de Cambio de Régimen.
- Línea de Conducción por Gravedad del Tanque de Cambio de Régimen al Tanque de Entrega Cerro del 4.
- Tanque de Entrega.

Ilustración 19 Esquema para Acueducto Sustituto Chapala – Guadalajara

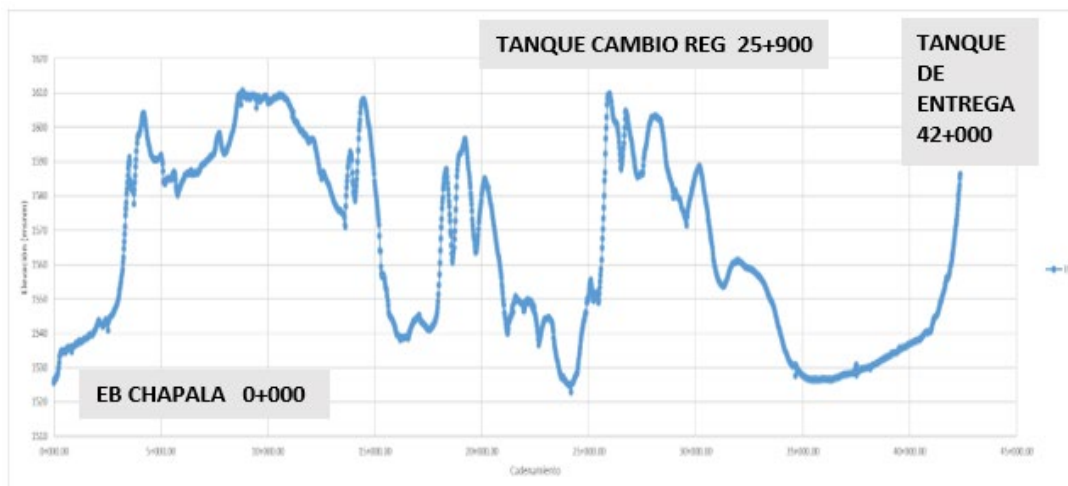


Fuente: Proyecto ejecutivo para la construcción de la infraestructura del acueducto sustituto Chapala-Guadalajara.

Para efectuar el diseño conceptual del acueducto, una vez determinado el eje de trazo y con la información topográfica se procedió a analizarlo. El perfil se muestra en la ilustración 20 y el punto de inicio será la Estación de Bombeo del Acueducto Chapala existente. En la ilustración 21 se muestra una vista aérea de estación de

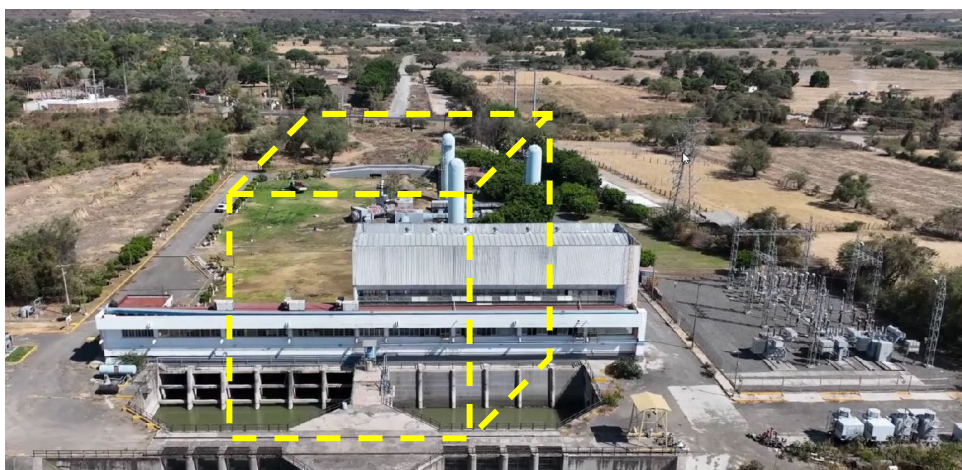
bombeo actual y se muestra a manera esquemática el área disponible para la nueva infraestructura.

Ilustración 20 Esquema perfil topográfico del trazo del acueducto



Fuente: Cea Jalisco.

Ilustración 21 Vista aérea de la estación de bombeo Chapala



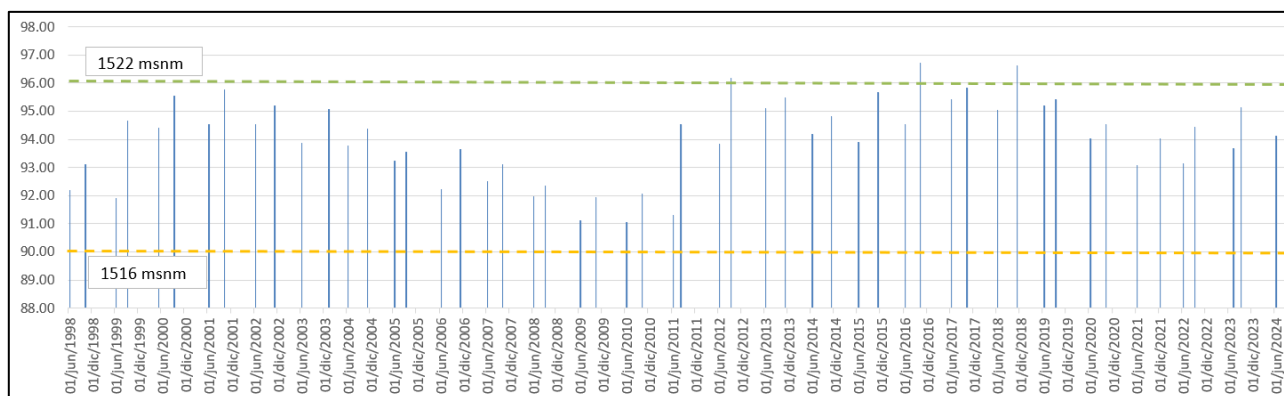
Fuente: Cea Jalisco.

Por otro lado, es importante definir previamente los niveles de operación del Lago de Chapala. Para ello, se evaluaron los datos de los niveles máximos y mínimos registrados en el período de 1990 a 2024. En la gráfica 9 se presentan estos valores.

Los resultados muestran que en dicho período solamente en 3 ocasiones se presentan niveles mayores a la cota 96 la cual referida al banco de nivel de INEGI es la cota 1522 msnm. En lo que respecta a los niveles mínimos registrados, sólo

en 2 ocasiones se registraron niveles en la cota 91 equivalente a la cota 1517 msnm. De esto se propone, que el rango de operación del bombeo se fije como nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) la cota 1522 msnm y como nivel de aguas mínimas la cota 1516 msnm.

Gráfica 9 Niveles máximos y mínimos del Lago de Chapala Período 1990-2024



Fuente: Cea Jalisco.

El acueducto funcionará por bombeo hasta el km 25+900 donde se colocará un tanque de cambio de régimen, ya que es uno de los puntos con mayor elevación más cercano al punto de entrega y a partir del cual se cuenta con pendiente descendente. En la ilustración 22 se muestra una vista aérea del actual Tanque de Cambio de Régimen. De manera conceptual el nuevo Tanque podría ubicarse en la zona marcada en color amarillo.

Ilustración 22 Vista aérea del tanque de cambio de régimen existente



Fuente: Cea Jalisco.

A partir del del tanque de cambio de régimen comenzará una línea a gravedad hasta el sitio de descarga, tendrá una longitud de 16.46 km y el desnivel topográfico permite contar con una carga de hasta 25.14 metros.

El sitio de descarga del acueducto será el Tanque de Entrega Cerro del Cuatro, se propone revisar si es factible ampliar la capacidad de almacenamiento previa revisión geotécnica y estructural. La propuesta preliminar se puede visualizar en la ilustración 23 que muestra una vista aérea del Tanque de Entrega existente y la zona marcada en amarillo como la posible ampliación.

Ilustración 23 Esquema vista aérea del tanque de entrega



Fuente: Cea Jalisco.

Diseño del Acueducto

Descripción de las condiciones topográficas

Se realizó un levantamiento topográfico, cuyo reporte se anexa al informe principal del proyecto ejecutivo, dicho levantamiento permitió obtener con detalle la configuración topográfica de la zona y definir un trazo preciso de la línea.

El tramo de acueducto que funcionara como línea de impulsión, tiene una longitud de 25.92 km con un desnivel total de 96.50 metros. Se distinguen varias zonas con configuraciones topográficas particulares: La configuración topográfica en el tramo se describe a continuación:

En la ilustración 24 muestra el perfil topográfico del acueducto en el tramo de impulsión.

Ilustración 24 Esquema perfil topográfico de la línea de impulsión



Fuente: Cea Jalisco.

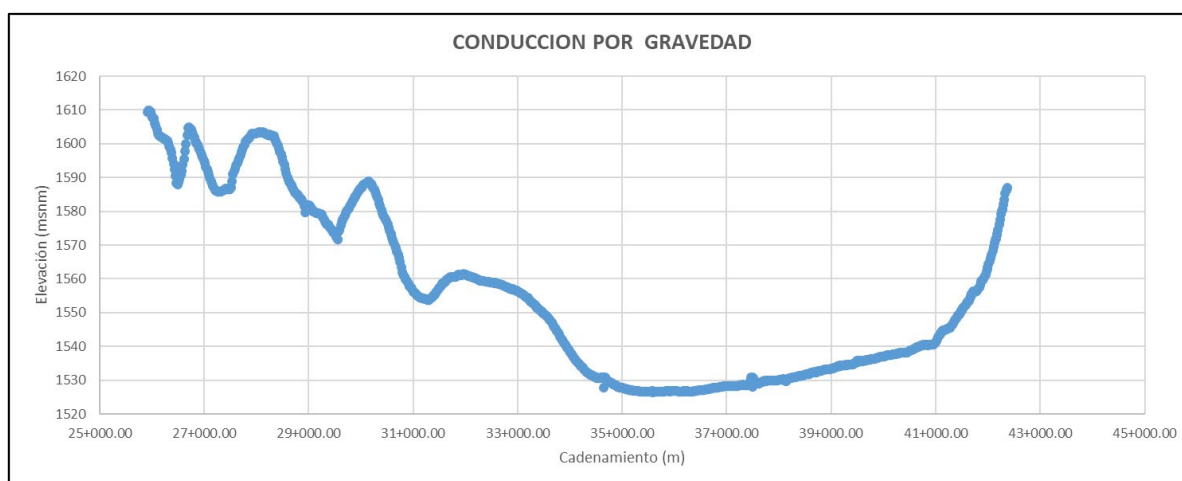
El tramo de acueducto con funcionamiento a gravedad tiene una longitud de 16.46 km con un desnivel total de 25.14 metros. La configuración topográfica se describe a continuación:

- Entre el cadenamiento 25+920 al cadenamiento 26+500 existe un desnivel de 21.6 metros ($S_o=0.037$).
- Entre el cadenamiento 26+500 y el 26+700 se presenta una zona con pendiente ascendente pronunciada de aproximadamente 8% de pendiente.
- Entre el cadenamiento 26+700 y el 27+500, la pendiente es más suave y descendente, con un desnivel de 18.40 metros ($S_o=0.023$).
- Entre el cadenamiento 27+500 y el 28+080, la pendiente es ascendente recuperando prácticamente la misma elevación con una pendiente del 3%.
- Entre el cadenamiento 28+080 y el 29+050, se presentan pendientes más suaves ($S_o=0.02$).
- Entre el cadenamiento 29+050 al 29+560 se presenta un columpio con un descenso de aprox. 10 metros y pendiente del 25%
- Entre el cadenamiento 29+560 y el 30+140 se presenta la pendiente ascendente del columpio con una pendiente del 3% nuevamente.
- En una longitud de 1000 metros y pendiente del 3.7% se vuelve a descender y se presenta nuevamente otro columpio.
- En el cadenamiento 31+140 inicia un ascenso hasta el 32+000 con pendiente del 1%.
- En el cadenamiento 32+000 se presenta la misma pendiente del 1% pero en descenso hasta el cadenamiento 33+000.
- A partir del cadenamiento 33+000 y hasta el 34+660 la pendiente de descenso es mayor y se presentan elevaciones cercanas a la 1520.

- Entre el cadenamiento 34+660 al 37+500 se presentan zonas relativamente planas con un ligero descenso.
- A partir del 37+500 en una longitud de 3500 metros se presentan ascensos con pendientes mínimas.
- En el cadenamiento 41+800 la pendiente aumenta al 2% en una longitud de aproximadamente 1000 metros para entonces aumentar la misma hasta cerca del 5.2% y alcanzar niveles cercanos a la 1540 en los últimos 600 metros del trazo.

De igual manera a partir de la información topográfica obtenida se determinó la configuración topográfica del tramo de la línea por gravedad. En la ilustración 25 se muestra el perfil topográfico.

Ilustración 25 Esquema perfil topográfico de la línea de gravedad



Fuente: Cea Jalisco.

Diámetro económico Línea de Impulsión

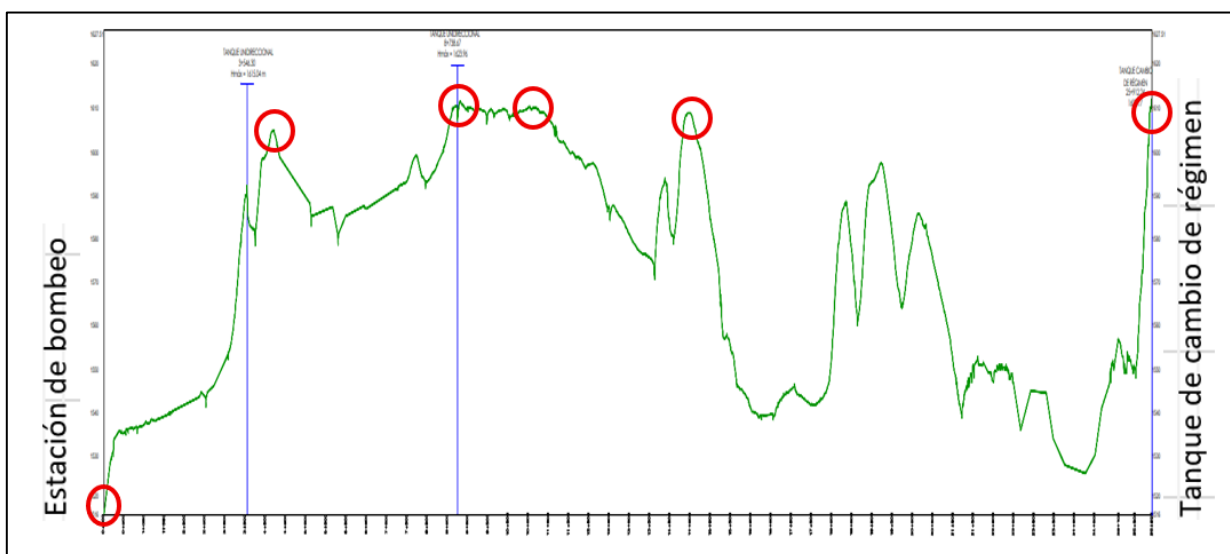
Tomando en consideración las condiciones topográficas que imperan entre los puntos con mayor elevación del tramo y el nivel del sitio destinado para la estación de bombeo los cuales se pueden observar en la ilustración 26 marcados en color rojo se propone lo siguiente:

Se realizará el análisis del diámetro económico para diferentes materiales posibles para la tubería.

Para el control del fenómeno transitorio se emplearán cámaras de aire y un tanque de oscilación en algún o algunos de los puntos más altos.

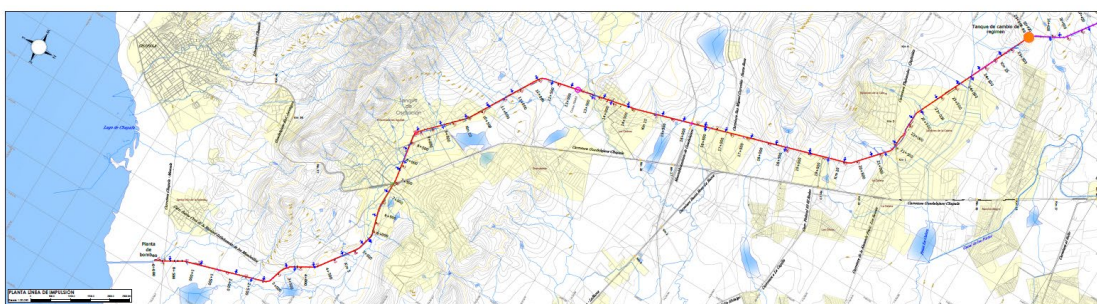
Se colocará un tanque de cambio de régimen que funcionará de manera oscilante durante el transitorio.

Ilustración 26 Esquema diseño conceptual de la línea de impulsión



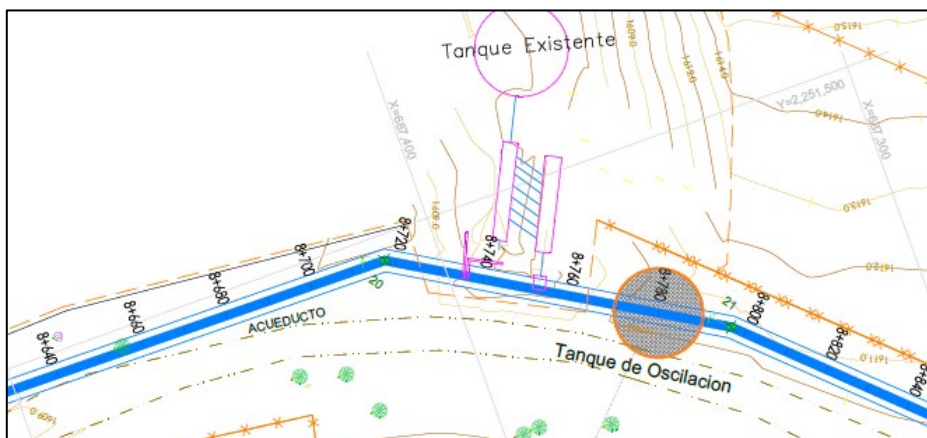
Fuente: Cea Jalisco.

Ilustración 27 Esquema línea de conducción estación de bombeo a tanque de cambio de régimen



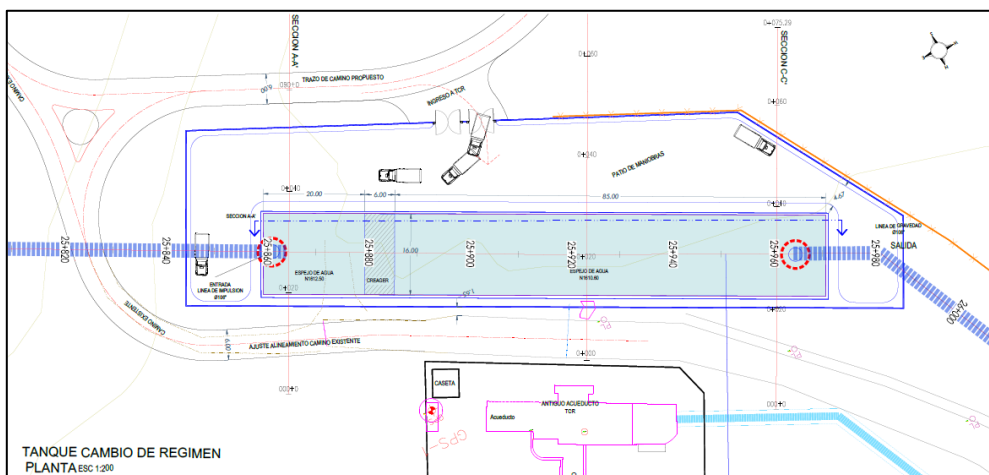
Fuente: Cea Jalisco.

Ilustración 28 Esquema tanque de oscilación



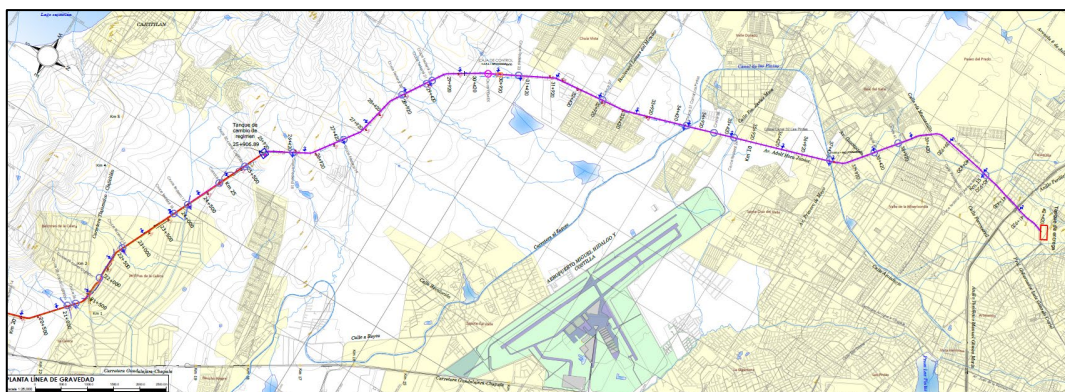
Fuente: Cea Jalisco.

Ilustración 29 Esquema tanque de cambio de régimen



Fuente: Cea Jalisco.

Ilustración 30 Esquema línea de conducción de tanque de cambio de régimen a tanque de entrega



Fuente: Cea Jalisco.

IV.2 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política en su conjunto.

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- Desarrollo con bienestar y humanismo.
- Economía moral y trabajo.
- Desarrollo sustentable.
- Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
- Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
- Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

Eje 4: Desarrollo Sustentable

El desarrollo sustentable es un principio fundamental para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. La soberanía energética es un objetivo estratégico del país y la transición energética una prioridad. El Plan Nacional del Energía incluye nuevas inversiones en transmisión, generación y un programa ambicioso de transición energética hacia fuentes renovables de energía que contribuyan a disminuir los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático. De manera específica, se contemplan 51 proyectos que apuntan a generar 22 mil 674 mega watts adicionales.

La preservación del medio ambiente, la protección de los recursos naturales y la lucha contra el cambio climático requieren un compromiso de todos los sectores, incluyendo el uso racional del agua y la protección de los ecosistemas estratégicos. Se reforestarán bosques y selvas.

Diagnóstico

República con derecho al agua

El acceso, la suficiencia y la calidad del agua son desafíos globales críticos, pues este recurso es fundamental para la seguridad alimentaria, la generación de energía y la salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, tres de cada diez personas en el mundo carecen de acceso a agua potable en el hogar y seis de cada diez no cuenta con saneamiento seguro.

En México, la disponibilidad de agua per cápita ha disminuido drásticamente, pasando de 17,742 a 3,656 metros cúbicos por habitante en siete décadas, con una proyección de solo 3,285 metros cúbicos para 2030. Este problema se agrava por el

uso ineficiente del recurso, especialmente en la agricultura, que consume más del 70% del agua concesionada, y la industria, que tiene un bajo nivel de reúso.

La calidad del agua también enfrenta serios desafíos: el 70% de los ríos del país está contaminado por descargas de aguas residuales y químicos agrícolas. Además, solo la mitad de las aguas residuales municipales generadas en 2023 fueron tratadas. La sobre explotación ha generado problemas de disponibilidad en 104 de 757 cuencas hidrológicas y en 286 de los 653 acuíferos.

En los últimos años, se han implementado acciones para garantizar progresivamente el derecho al agua y al saneamiento, priorizando a las poblaciones con menor acceso. Entre 2019 y 2024, se destinaron más de 110 mil millones de pesos en 18 obras estratégicas, beneficiando a más de 24 millones de personas. Sin embargo, aún se requiere una estrategia integral para asegurar la dotación de agua en cantidad y calidad suficientes, prevenir la sobreexplotación y evitar el acaparamiento.

Es fundamental fortalecer y ampliar la infraestructura hídrica, incluyendo la construcción y mantenimiento de acueductos y presas en coordinación con los distintos niveles de gobierno. Asimismo, se deben impulsar proyectos de reciclaje de agua para su uso en riego, minería y recarga de presas, maximizando la reutilización de los volúmenes tratados en las ciudades.

Además, se debe promover el uso de tecnologías de desalinización en las zonas con mayor estrés hídrico, garantizando que las descargas de salmuera no afecten los ecosistemas marinos.

Con esas acciones, México podrá garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua, asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras.

Objetivo 4.6

Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presente y futuras.

Estrategia 4.6.1

Garantizar el acceso asequible y equitativo al agua potable y su saneamiento mediante inversión en infraestructura y fomento del reúso, con prioridad en regiones con mayor vulnerabilidad climática o impacto por actividad humana.

Estrategia 4.6.2

Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.

Estrategia 4.6.3

Modernizar y expandir la infraestructura de recolección, distribución y tratamiento de aguas residuales, municipales e industriales para mejorar su calidad y promover su reúso sustentable.

Estrategia 4.6.4

Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad.

Estrategia. 4.6.5

Desarrollar métodos y tecnologías para la restauración de las cuencas más contaminadas del país, adaptables y replicables en otras regiones afectadas.

Estrategia 4.6.6

Ampliar los mecanismos de sanción y resarcimiento de aquellas prácticas que afecten la disponibilidad o calidad del agua.

Indicador 4.6.2

Proyectos estratégicos de agua implementados

Descripción: Mide el avance en la implementación de los 17 proyectos estratégicos de agua.

VISIÓN 2030

El acceso al agua es uno de los objetivos prioritarios de la Organización de Naciones Unidas. En diversas publicaciones se señala la importancia del agua como epicentro del desarrollo sostenible y clave para el desarrollo socioeconómico, energético y alimenticio. Dentro de la agenda 2030, el sector objetivo propone el reto de brindar agua limpia, segura y asequible para quienes aún no cuenta con ella (ONU, 2021). Además, Nidos de Lluvia se alinea con los objetivos de: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. (ODS 3) y; lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean más inclusivos, seguros y resilientes y sostenibles (ODS 11).

PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2020-2024 (PROMARNAT)

La activación y el fortalecimiento de espacios locales y regionales de participación, de vigilancia y control de la ciudadanía y las comunidades para decidir acerca del agua, de la tierra y del medio ambiente fueron demandas y exigencias ciudadanas en todos los Foros Regionales de Consulta. En la tabla 34 se enlistan los principales temas planteados por la ciudadanía en los Foros Regionales.

Tabla 34 Principales temas PROMARNAT.

1. Actualización y mejora del marco normativo ambiental
2. Fortalecimiento a las instituciones ambientales.
3. Mayor participación ciudadana.
4. Mejora en la calidad, suministro del agua, así como mayor eficiencia en su uso
5. Conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sustentable.
6. Mejora en la gestión de los residuos sólidos urbanos
7. Impulso a los ordenamientos ecológicos
8. Fortalecimiento a la inspección, vigilancia y procuración de la justicia ambiental.
9. Agroecología y manejo forestal sustentable
10. Respuesta y atención al cambio climático
11. Mayor control y regulación de actividades industriales como la minería y grandes proyectos
12. Educación y cultura ambiental

Fuente: PROMARNAT

Objetivos prioritarios

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a: *Los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al desarrollo sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. En la tabla 35 que se muestra a continuación se enlistan los cinco Objetivos prioritarios del PROMARNAT.*

Tabla 35 Objetivos prioritarios PROMARNAT.

1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable de las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental

Fuente: PROMARNAT

Objetivo prioritario 3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.

Estrategia prioritaria 3.1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.

Acciones puntuales

- 3.1.1.- Proteger la disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos para la implementación del derecho humano al agua.
- 3.1.2.- Abatir el rezago en el acceso al agua potable y al saneamiento para elevar el bienestar en los medios rural y periurbano.
- 3.1.3.- Fortalecer a los organismos operadores de agua y saneamiento, a fin de asegurar servicios de calidad a la población
- 3.1.4.- Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras.

PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO 2020-2024

El Programa Nacional Hídrico 2020-2024 es un “Programa Especial”, derivado del Plan Nacional de Desarrollo, encaminado a enfrentar los problemas del agua que permitirán reducir las brechas de inequidad, avanzar en la seguridad hídrica del país con un enfoque de derechos humanos que coloca en el centro de las prioridades a las personas; bajo las perspectivas territorial, multisectorial y transversal. En este momento está en proceso de actualización, por lo que sigue vigente el Programa Nacional Hídrico 2020-2024.

Este Programa está definido en el artículo 3º de la Ley de Aguas Nacionales como el documento rector de los Programas Hídricos de las cuencas del país. Se trata de un instrumento que ordena objetivos prioritarios, estrategias prioritarias y acciones puntuales, para alcanzar metas que contribuirán al cumplimiento del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El Programa Nacional Hídrico se formula en atención a las prioridades que demandan el bienestar social y el desarrollo económico, sin poner en peligro el equilibrio ecológico.

Para el logro de cada uno de los 5 objetivos prioritarios del PNH, se definieron 20 estrategias prioritarias y, que a su vez incluyen intervenciones de política pública a través de un conjunto de 88 acciones puntuales, las cuales se enlistan a continuación.

Objetivo 1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable

Estrategia 1.4. Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras

Tabla 36 Programa Nacional Hídrico 2020-2024.

Acción puntual	Tipo	Institución coordinadora
1.4.1 Identificar los requerimientos de infraestructura de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales en los centros de población	De coordinación	Conagua
1.4.3 Revisar, y en su caso concluir, los proyectos de agua potable y saneamiento en curso	Específica	Conagua

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO Y GOBERNANZA 2024-2030 “HACIA UNA RUTA SUSTENTABLE PARA LAS NIÑAS Y NIÑOS, CON UNA VISIÓN 2050”

En el estado de Jalisco, la gestión hídrica se encuentra contemplada en la sección **4. Jalisco cuida su Tierra**, Gestión del Territorio, cuyo **Objetivo sectorial 4.3 Gestión Responsable y Sostenible del Agua** cuentan con el Objetivo Temático que es: Garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento mediante una gestión integral de los recursos hídricos, que privilegia la protección de los ecosistemas y las fuentes de agua, la modernización y ampliación de la infraestructura, el reúso y la economía circular del agua, y el fortalecimiento de la cultura y la gobernanza del agua en el estado.

Con el objetivo de garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento, se definieron cuatro resultados estratégicos orientados a mejorar la calidad, cobertura y sostenibilidad de los servicios hídricos en el estado. Las estrategias aquí planteadas contemplan desde el fortalecimiento de la infraestructura y la modernización tecnológica hasta la creación de una nueva cultura del agua basada en la economía circular, la protección de fuentes, la resiliencia climática y la participación corresponsable de usuarios e instituciones. La visión integral que se propone vincula acciones en continuidad, calidad, eficiencia, tratamiento, reúso, planeación territorial y fortalecimiento institucional para una gestión equitativa y sustentable del recurso hídrico en Jalisco.

A continuación, se muestran una tabla con Resultados Esperados, Estrategias y las Corresponsabilidades del Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza 2024-2030.

Tabla 37 Resultados Esperados y Estrategias Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza 2024-2030.

Resultados esperados	Estrategias
R 4.3.1 En el estado se cumple la normatividad de disponibilidad, acceso y calidad del agua en los servicios de agua potable y saneamiento de cabeceras municipales y localidades mayores a 20 mil habitantes	E 4.3.1.1 Realizar diagnósticos sobre las condiciones actuales y necesidades del servicio para garantizar la continuidad y calidad del agua potable y saneamiento
	E 4.3.1.2 Los municipios y prestadores de servicios de agua son apoyados y asesorados en el uso de tecnologías que permiten medir e implementar esquemas que aseguren la continuidad del servicio.
	E 4.3.1.3 Los municipios y prestadores de servicios de agua son apoyados y asesorados en el uso de tecnologías que garantizan la calidad del agua suministrada a la población

Resultados esperados	Estrategias
	E 4.3.1.4 Los sistemas de abasto alternativo de agua potable y/o purificada son implementados en sitios e instalaciones públicas, priorizando a los municipios con mayor desigualdad social.
R 4.3.2 Se moderniza y mejora la infraestructura hidráulica para incrementar la eficiencia y reducir pérdidas en los servicios de agua.	E4.3.2.1 La infraestructura para el abastecimiento de agua potable es ampliada, modernizada o rehabilitada con el fin de mejorar la cobertura y eficiencia del servicio.
	E4 3.2.2 Los diagnósticos técnicos son realizados para medir las eficiencias operativas y definir las prioridades de inversión en el sector hídrico.
	E4.3.2.3 Fortalecer la capacidad municipal para medir el ciclo urbano y rural del agua en las comunidades, con el fin de reducir pérdidas.
	E4.3.2.4 Los municipios y/u organismos operadores son apoyados en la construcción, operación y ampliación de sistemas de potabilización estratégicos que fortalecen el acceso al agua segura
R4.3.3 En el estado se reducen las descargas de aguas residuales sin tratamiento que contaminan el agua superficial y subterránea gracias a la coordinación con los municipios.	E4.3.3.1 La infraestructura de saneamiento es ampliada y rehabilitada mediante tecnologías económicamente sostenibles que privilegian la producción de energía limpia para su operación y mantenimiento.
	E4.3.3.2 Los municipios son apoyados en la operación de plantas de tratamiento estratégicas para el saneamiento, asegurando el cumplimiento de la normatividad vigente
	E4.3.3.3 La participación del sector privado es promovida en las acciones de tratamiento y reúso de aguas residuales, impulsando esquemas de colaboración sostenibles.
	E4.3.3.4 La corresponsabilidad de los usuarios industriales, porcícolas y agrícolas es promovida en la prevención de la contaminación de cuerpos de agua y fuentes de abastecimiento.

Resultados esperados	Estrategias
R4.3.4 En Jalisco se impulsa una cultura del agua en organismos operadores y entidades públicas, basadas en el reúso, economía circular, protección de fuentes, reducción de pérdidas, fortalecimiento institucional y resiliencia ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.	E.4.3.4.1 Capacitar y profesionalizar a los municipios y a las personas encargadas de los servicios de agua y saneamiento
	E.4.3.4.2 Las fuentes de abastecimiento son protegidas y restauradas, y las reservas de agua para consumo humano son incrementadas mediante la implementación del programa estatal de recarga de acuíferos, el control de avenidas y el fortalecimiento del abastecimiento de agua en Jalisco.
	E.4.3.4.3 El reúso del agua tratada es impulsado con fines industriales, potable y para la recarga de acuíferos, promoviendo una gestión eficiente y sostenible del recurso.
	E.4.3.4.4 Planes contingentes ante sequías, inundaciones y otros eventos extremos generados por el cambio climático son desarrollados para apoyar a los municipios y prestadores de servicios de agua y saneamiento.
	E.4.3.4.5 Diagnósticos sobre el costo de los servicios de agua y saneamiento a nivel municipal son realizados para establecer una política estatal de incentivos que propicie tarifas que reflejen el valor real de los servicios.

Fuente: Elaboración propia.

IV.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Los valores correspondientes a las coordenadas del eje de trazo del Acueducto se pueden visualizar en las siguientes tablas, correspondientes al tramo de conducción por bombeo y conducción por gravedad respectivamente.

Tabla 38 Coordenadas del trazo de la línea de conducción Tramo Impulsión.

PVI	CAD.	X	Y	Z
0	0	693,580.3942	2,247,566.2113	1,525.73
41	747.31	693,205.7478	2,248,207.0403	1,535.89
149	2877.02	692,568.8867	2,250,239.2947	1,547.51
155	2978.71	692,499.3278	2,250,313.4688	1,549.26
175	3355.43	692,137.2482	2,250,417.4685	1,576.31
183	3495.07	692,016.5168	2,250,487.6448	1,589.75
191	3629.44	691,918.5216	2,250,579.5820	1,582.08
220	4173.63	691,644.4917	2,251,049.7335	1,603.97
228	4281.66	691,580.4731	2,251,136.7540	1,600.67
280	5318.14	690,734.5408	2,251,735.6735	1,585.20
289	5460.76	690,612.5411	2,251,809.5425	1,584.77
312	5867.89	690,217.0798	2,251,906.3117	1,582.04
316	5938.66	690,146.4397	2,251,902.0359	1,583.33
350	6580.9	689,530.6208	2,251,719.7223	1,586.49
356	6693.11	689,419.8423	2,251,701.8437	1,586.67
392	7393.97	688,718.9942	2,251,705.5679	1,591.87
455	8613.59	687,516.0589	2,251,504.5427	1,609.29
461	8717.56	687,412.0914	2,251,505.6897	1,609.76
466	8796.56	687,344.1337	2,251,545.9757	1,610.48
530	10048.02	686,438.4094	2,252,409.5747	1,607.32
535	10127.4	686,375.6748	2,252,458.2092	1,607.72
638	12123.19	684,642.9260	2,253,448.5556	1,596.32
644	12234.37	684,564.7304	2,253,527.5892	1,593.80
649	12301.54	684,537.3299	2,253,588.9142	1,591.71
771	14707.32	683,998.4760	2,255,933.5692	1,600.87
1050	20195.95	682,365.4563	2,261,173.6316	1,584.08
1056	20293.97	682,325.1825	2,261,263.0006	1,581.70
1109	21339.38	681,539.2163	2,261,952.3000	1,544.90
1115	21433.88	681,450.7572	2,261,985.5460	1,546.96
1134	21779.98	681,105.0031	2,262,001.0047	1,549.14
1139	21852.97	681,039.1341	2,262,032.4636	1,548.72
1144	21935.04	680,957.0733	2,262,031.5954	1,547.81
1148	21997.93	680,899.3246	2,262,006.6950	1,546.88
1175	22509.77	680,387.6748	2,262,020.8505	1,544.83
1349	25920	677,286.7687	2,263,440.0175	1,609.38

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

Tabla 39 Coordenadas del trazo de la línea de conducción Tramo Gravedad.

PVI	CAD	X	Y	Z
0	25+920.00	677286.7687	2263440.0175	1,609.38
4	25+981.36	677230.5537	2263464.6159	1,609.28
48	26+809.84	676829.8816	2264189.7302	1,602.06
51	26+853.72	676801.1384	2264222.8829	1,600.20
104	27+863.82	675976.1250	2264805.6750	1,601.43
147	28+681.24	675177.3778	2264979.3872	1,587.45
205	29+824.27	674209.8167	2265587.9393	1,582.25
209	29+884.72	674166.2511	2265629.8436	1,583.97
245	30+580.00	673795.0230	2266217.7301	1,573.07
318	31+967.10	673152.2518	2267446.9054	1,561.28
390	33+359.59	673002.2214	2268831.2842	1,551.69
393	33+389.58	672998.1173	2268860.9881	1,551.15
396	33+425.74	672991.3080	2268896.5031	1,550.76
399	33+461.28	672983.6349	2268931.2059	1,550.27
405	33+571.38	672952.4334	2269036.7919	1,548.72
468	34+807.37	672579.2693	2270215.1066	1,529.02
485	35+136.70	672478.2284	2270528.5484	1,527.06
509	35+580.10	672343.9956	2270951.1475	1,526.71
599	37+346.81	671807.1269	2272634.3008	1,528.41
604	37+436.45	671778.6935	2272719.3170	1,528.76
611	37+553.12	671738.9445	2272829.0058	1,529.22
620	37+701.67	671684.2255	2272967.1058	1,529.49
622	37+731.37	671669.6594	2272992.9949	1,529.68
626	37+781.48	671638.0879	2273031.9048	1,529.72
651	38+264.87	671258.9946	2273331.8244	1,530.64
660	38+427.44	671130.0386	2273430.8247	1,531.21
669	38+585.76	671005.7587	2273528.8960	1,531.77
679	38+762.74	670868.3357	2273640.4193	1,532.59
697	39+115.84	670590.8824	2273858.8257	1,533.77
700	39+139.42	670571.8786	2273872.7768	1,534.04
704	39+195.25	670523.5210	2273900.6873	1,534.24
708	39+245.99	670483.3309	2273931.6597	1,534.22
711	39+285.61	670454.2763	2273958.5913	1,534.48
719	39+436.18	670362.4885	2274077.9452	1,534.77
722	39+475.46	670340.1784	2274110.2768	1,535.09
738	39+711.89	670226.2113	2274312.3910	1,535.92
741	39+750.26	670226.1522	2274350.7646	1,536.00
744	39+791.31	670233.1056	2274391.2143	1,536.17
749	39+866.36	670250.8154	2274464.1467	1,536.34
772	40+317.20	670329.1004	2274908.1434	1,537.97
792	40+695.43	670398.5569	2275279.9362	1,539.87
797	40+770.99	670421.6467	2275351.8838	1,540.30
809	40+993.17	670468.1020	2275569.1531	1,540.93
816	41+112.37	670489.6078	2275686.3937	1,544.05
819	41+143.58	670495.7921	2275716.9895	1,544.58
827	41+280.46	670535.9197	2275847.8536	1,545.48
835	41+438.84	670579.9098	2276000.0000	1,549.06
840	41+502.92	670590.0501	2276063.2737	1,550.54
849	41+673.57	670635.4033	2276227.7845	1,554.64
855	41+775.06	670672.9578	2276322.0759	1,556.10
867	41+994.12	670724.7246	2276534.9341	1,562.88
876	42+154.58	670738.8065	2276694.7734	1,571.53
878	42+178.94	670743.9753	2276718.5795	1,573.02
884	42+273.90	670772.9067	2276809.0245	1,580.13
891	42+380.00	670801.6843	2276907.1881	1,586.87

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

IV.4 CALENDARIO DE ACTIVIDADES

El programa de inversiones está previsto a concluir en 30 meses, por lo que para evaluación se consideró de julio 2026 a diciembre 2028.

Tabla 40 Calendario de inversiones (pesos 2026).

	2026	2027	2028
Línea de impulsión (línea a bombeo)	947,331,013	1,894,662,027	1,894,662,027
Línea por gravedad	544,943,928	1,089,887,855	1,089,887,855
Estación de Bombeo	500,000,000	1,000,000,000	1,000,000,000
Predios	35,000,000	70,000,000	70,000,000
Total, con IVA	2,027,274,941	4,054,549,882	4,054,549,882
Línea de impulsión (línea a bombeo)	816,664,667	1,633,329,333	1,633,329,333
Línea por gravedad	469,779,248	939,558,496	939,558,496
Estación de Bombeo	431,034,483	862,068,966	862,068,966
Predios	35,000,000	70,000,000	70,000,000
Total, sin IVA	1,752,478,397	3,504,956,795	3,504,956,795

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

IV.5 MONTO TOTAL DE INVERSIÓN

El monto total de inversión estimado asciende a \$10,136,374,704.85 (diez mil ciento treinta y seis millones trescientos setenta y cuatro mil setecientos cuatro pesos 85/100 M.N.) IVA incluido expresado en pesos de 2026.

Tabla 41 Inversión estimada (pesos 2026).

Inversión	
Línea de impulsión (línea a bombeo)	4,736,655,067
Línea por gravedad	2,724,719,638
Estación de Bombeo	2,500,000,000
Predios	175,000,000
Total, con IVA	10,136,374,705
Línea de impulsión (línea a bombeo)	4,083,323,334

Inversión	
Línea por gravedad	2,348,896,240
Estación de Bombeo	2,155,172,414
Predios	175,000,000
Total, sin IVA	8,762,391,987

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

IV.6 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

La Comisión Estatal del Agua de Jalisco está analizando con el gobierno del estado de Jalisco las gestiones requeridas para identificar oportunidades de ejecución con una mezcla de recursos financieros, en los cuales pueda haber participación federal y/o privada.

IV.7 CAPACIDAD INSTALADA

El proyecto permitirá entregar 10.0 m³/s de agua en bloque como valor máximo, pero conforme a los derechos de extracción, el proyecto contribuirá a un gasto promedio anual de 7.5 m³/s de agua en bloque del Lago de Chapala.

IV.8 METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN

La operación del acueducto permitirá incrementar el gasto disponible en 1.5 m³/s, ya que el proyecto contribuirá a un gasto promedio anual de 7.5 m³/s de agua en bloque del Lago de Chapala.

Tabla 42 Metas anuales de producción (l/s).

AÑO	LAGO DE CHAPALA	RESTO DE FUENTES	PRODUCCIÓN
2029	7,500	7,337	14,837
2030	7,500	7,337	14,837
2031	7,500	7,337	14,837
2032	7,500	7,337	14,837
2033	7,500	7,337	14,837

AÑO	LAGO DE CHAPALA	RESTO DE FUENTES	PRODUCCIÓN
2034	7,500	7,337	14,837
2035	7,500	7,337	14,837
2036	7,500	7,337	14,837
2037	7,500	7,337	14,837
2038	7,500	7,337	14,837
2039	7,500	7,337	14,837
2040	7,500	7,337	14,837
2041	7,500	7,337	14,837
2042	7,500	7,337	14,837
2043	7,500	7,337	14,837
2044	7,500	7,337	14,837
2045	7,500	7,337	14,837
2046	7,500	7,337	14,837
2047	7,500	7,337	14,837
2048	7,500	7,337	14,837
2049	7,500	7,337	14,837
2050	7,500	7,337	14,837
2051	7,500	7,337	14,837
2052	7,500	7,337	14,837
2053	7,500	7,337	14,837
2054	7,500	7,337	14,837
2055	7,500	7,337	14,837
2056	7,500	7,337	14,837
2057	7,500	7,337	14,837
2058	7,500	7,337	14,837

Fuente: CEA Jalisco.

IV.9 VIDA ÚTIL.

Para la evaluación se está considerando una vida útil de las inversiones de 30 años, lo que es consistente con lo que se ha observado en obras e instalaciones de generación de energía hidroeléctrica. El horizonte de evaluación contemplado en la evaluación es 31 años.

IV.10 DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Este subcapítulo está enfocado en los aspectos más relevantes con respecto a la viabilidad del proyecto de inversión, que incluye las conclusiones de la factibilidad técnica, legal, ambiental. El estatus de estos instrumentos es el siguiente:

Estatus	
Factibilidad técnica	Concluida
Factibilidad legal	Concluida
Factibilidad ambiental	Concluida
Factibilidad económica	Concluida

IV.10.1 Factibilidad técnica

El proyecto ejecutivo cumple con las metas señaladas por el Gobierno del Estado de Jalisco, y que se desarrolló con las mejores prácticas de la Ingeniería aplicables al diseño de acueductos para el abastecimiento de agua potable, con el pleno cumplimiento de las especificaciones técnicas, nacionales e internacionales, validadas por la Comisión Nacional del Agua, del Gobierno Federal.

Para llevar a cabo el diseño de los diferentes componentes del proyecto fue necesario realizar los siguientes estudios de gabinete y de campo:

- Recopilación y análisis de información
- Comparación de alternativas de trazo de la conducción (a nivel cartográfico)
- Selección de la alternativa más conveniente
- Levantamiento topográfico de la línea de conducción correspondiente a la alternativa seleccionada
- Geotecnia en el trazo del acueducto y estructuras especiales

A este respecto, podemos mencionar que todos los estudios se realizaron conforme a la normatividad y legislación federal, estatal y municipal vigente, así como al manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS, 2015) editado por la CONAGUA, los cuales pueden consultarse en los informes que integran el proyecto ejecutivo.

- Equipamiento eléctrico
- Levantamiento topográfico de la línea de conducción del acueducto El Salto-Calderón

*Estudios de geotecnia
Diseño conceptual*

IV.10.2 Factibilidad ambiental

Los supuestos normativos que se exponen a continuación, representan los instrumentos de regulación que inciden en el sitio por el lugar en el que se ubica o bien por el tipo de actividad que se pretende desarrollar.

i. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), es el máximo cuerpo normativo de nuestro sistema jurídico del cual emana todo ordenamiento legal ya sea federal o local. Él contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.

La factibilidad ambiental señala el proyecto se ajusta a las disposiciones que emanan de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, siendo uno de sus objetivos, el acceso y disposición de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable, asequible; por lo que, con la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la modalidad correspondiente, se coadyuva con las metas buscadas por el Gobierno en materia de planeación y regulación de actividades con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico; por lo que este proyecto coadyuva a que el Estado garantice el derecho al acceso de agua para consumo personal y doméstico así como a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

IV.10.3 Factibilidad legal

Competencia

Ámbito federal

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley de Aguas Nacionales
 - Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
 - Comisión Nacional del Agua

- Organismos de Cuenca

Ámbito estatal

- Constitución Política del Estado de Jalisco
 - Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA)
 - Agua y Saneamiento del Municipio de Tepatlán ASTEPA
 - Comisión Estatal del Agua de Jalisco CEA
 - Secretaría de Gestión Integral del Agua

IV.11 ANÁLISIS DE LA OFERTA

La metodología para estimar la oferta se detalló en los capítulos de la situación actual y situación sin el proyecto de inversión.

Tabla 43 Proyección de la oferta en la situación con proyecto (l/s).

AÑO	LAGO DE CHAPALA	RESTO DE FUENTES	PRODUCCIÓN	OFERTA
2029	7,500	7,337	14,837	9,894
2030	7,500	7,337	14,837	10,026
2031	7,500	7,337	14,837	10,157
2032	7,500	7,337	14,837	10,289
2033	7,500	7,337	14,837	10,420
2034	7,500	7,337	14,837	10,551
2035	7,500	7,337	14,837	10,683
2036	7,500	7,337	14,837	10,683
2037	7,500	7,337	14,837	10,683
2038	7,500	7,337	14,837	10,683
2039	7,500	7,337	14,837	10,683
2040	7,500	7,337	14,837	10,683
2041	7,500	7,337	14,837	10,683
2042	7,500	7,337	14,837	10,683
2043	7,500	7,337	14,837	10,683
2044	7,500	7,337	14,837	10,683
2045	7,500	7,337	14,837	10,683
2046	7,500	7,337	14,837	10,683
2047	7,500	7,337	14,837	10,683

AÑO	LAGO DE CHAPALA	RESTO DE FUENTES	PRODUCCIÓN	OFERTA
2048	7,500	7,337	14,837	10,683
2049	7,500	7,337	14,837	10,683
2050	7,500	7,337	14,837	10,683
2051	7,500	7,337	14,837	10,683
2052	7,500	7,337	14,837	10,683
2053	7,500	7,337	14,837	10,683
2054	7,500	7,337	14,837	10,683
2055	7,500	7,337	14,837	10,683
2056	7,500	7,337	14,837	10,683
2057	7,500	7,337	14,837	10,683
2058	7,500	7,337	14,837	10,683

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

Por lo anterior, la producción de agua potable para el AMG se puede incrementar en el año 2029 a 14.8 m³/s.

IV.12 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda de agua potable está definida con base en un consumo promedio de acuerdo con la función de demanda para la región de estudio para los usuarios domésticos, así como seguir dando el consumo actual a los usuarios no domésticos, el pronóstico de población de CONAPO.

Tabla 44 Proyección de demanda de la situación con proyecto del AMG (l/s).

AÑO	DEMANDA DOMÉSTICA	DEMANDA NO DOMÉSTICOS	DEMANDA TOTAL
2029	9,384	1,502	10,886
2030	9,450	1,514	10,964
2031	9,513	1,527	11,040
2032	9,574	1,539	11,113
2033	9,632	1,552	11,184
2034	9,689	1,565	11,254
2035	9,744	1,578	11,321
2036	9,797	1,591	11,387
2037	9,848	1,604	11,452
2038	9,896	1,617	11,514

AÑO	DEMANDA DOMÉSTICA	DEMANDA NO DOMÉSTICOS	DEMANDA TOTAL
2039	9,943	1,631	11,574
2040	9,986	1,645	11,631
2041	10,026	1,658	11,684
2042	10,063	1,672	11,735
2043	10,097	1,686	11,783
2044	10,127	1,701	11,828
2045	10,155	1,715	11,870
2046	10,180	1,729	11,910
2047	10,203	1,744	11,947
2048	10,223	1,759	11,982
2049	10,242	1,774	12,016
2050	10,258	1,789	12,047
2051	10,273	1,804	12,077
2052	10,285	1,820	12,104
2053	10,294	1,835	12,130
2054	10,301	1,851	12,152
2055	10,306	1,867	12,172
2056	10,307	1,883	12,190
2057	10,305	1,899	12,204
2058	10,301	1,915	12,216

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y cálculos propios.

IV.13 INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA

El balance Oferta – Demanda en la situación con proyecto se muestra en las tablas siguientes. Se aprecia que, en el año 2029, con la operación del proyecto, el déficit se estima en 0.992 m³/s.

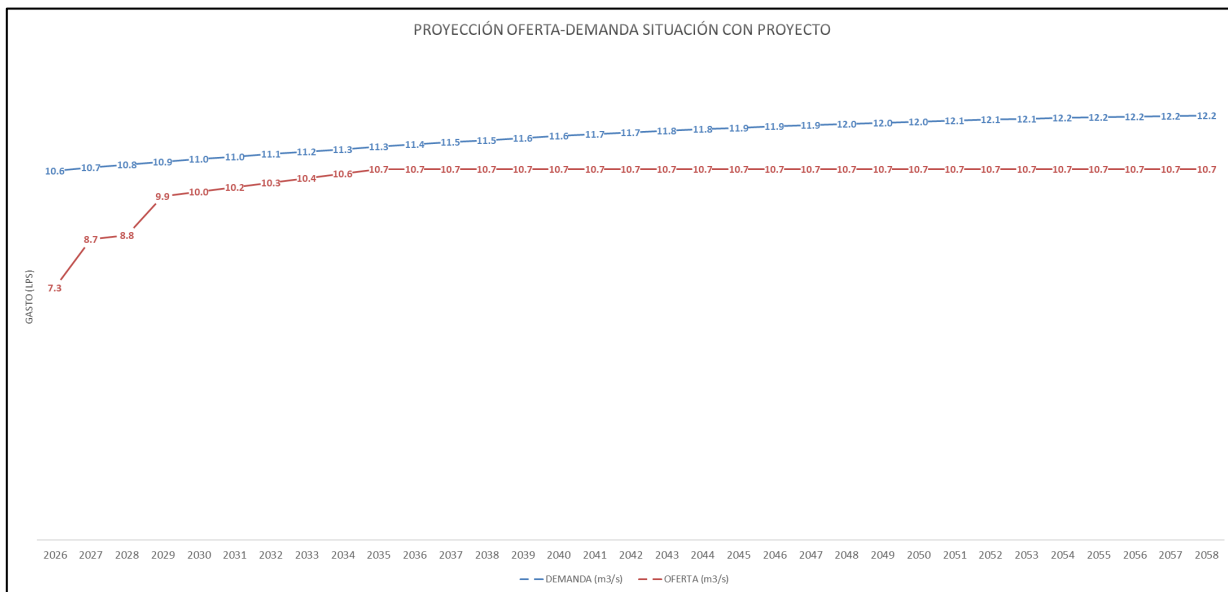
Tabla 45 Proyección del balance oferta- demanda de la situación con proyecto del AMG (l/s).

AÑO	DEMANDA	OFERTA	BALANCE
2029	10,886	9,894	- 992
2030	10,964	10,026	- 939
2031	11,040	10,157	- 883
2032	11,113	10,289	- 824
2033	11,184	10,420	- 764

AÑO	DEMANDA	OFERTA	BALANCE
2034	11,254	10,551	- 702
2035	11,321	10,683	- 638
2036	11,387	10,683	- 704
2037	11,452	10,683	- 769
2038	11,514	10,683	- 831
2039	11,574	10,683	- 891
2040	11,631	10,683	- 948
2041	11,684	10,683	- 1,001
2042	11,735	10,683	- 1,052
2043	11,783	10,683	- 1,100
2044	11,828	10,683	- 1,145
2045	11,870	10,683	- 1,187
2046	11,910	10,683	- 1,227
2047	11,947	10,683	- 1,264
2048	11,982	10,683	- 1,299
2049	12,016	10,683	- 1,333
2050	12,047	10,683	- 1,364
2051	12,077	10,683	- 1,394
2052	12,104	10,683	- 1,421
2053	12,130	10,683	- 1,447
2054	12,152	10,683	- 1,469
2055	12,172	10,683	- 1,489
2056	12,190	10,683	- 1,507
2057	12,204	10,683	- 1,521
2058	12,216	10,683	- 1,533

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco y cálculos propios.

Gráfica 10 Proyección del balance oferta – demanda en la situación con proyecto (l/s)



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA Jalisco.

V. EVALUACIÓN DEL PPI

La evaluación del proyecto de inversión consiste en la comparación de los flujos esperados de beneficios y costos del proyecto valorados a precios de mercado, al tiempo que se identifique aquellos efectos positivos o negativos que no hayan sido posible medir (en caso de que así suceda).

V.1 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI.

V.1.1 COSTOS DE INVERSIÓN.

Los principales componentes de inversión para el desarrollo del proyecto se presentan en la tabla 46.

Tabla 46 Costos de Inversión (pesos 2026).

	MONTO SIN IVA Pesos 2026	MONTO CON IVA Pesos 2026
Línea de impulsión (línea a bombeo)	\$4,083,323,333.54	\$4,736,655,066.91
Línea por gravedad	\$2,348,896,239.60	\$2,724,719,637.94
Estación de Bombeo	\$2,155,172,413.79	\$2,500,000,000.00
Predios	\$175,000,000.00	\$175,000,000.00
Total	\$8,762,391,986.94	\$10,136,374,704.85

Fuente: Elaboración propia con información de la CEA Jalisco.

V.1.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Para la estimación de los costos anuales de operación y mantenimiento se tomaron en cuenta los aspectos relacionados al bombeo, la potabilización y mantenimiento de los equipos y línea de impulsión y de gravedad, mismos que se presenta en la tabla 47.

Tabla 47 Costos de operación y mantenimiento sin IVA (pesos 2026).

AÑO	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
2026	\$0	\$0
2027	\$0	\$0
2028	\$0	\$0
2029	\$124,437,617	\$21,196,332
2030	\$124,437,617	\$21,196,332
2031	\$124,437,617	\$21,196,332
2032	\$124,437,617	\$21,196,332
2033	\$124,437,617	\$21,196,332

AÑO	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
2034	\$124,437,617	\$21,196,332
2035	\$124,437,617	\$21,196,332
2036	\$124,437,617	\$21,196,332
2037	\$124,437,617	\$21,196,332
2038	\$124,437,617	\$21,196,332
2039	\$124,437,617	\$21,196,332
2040	\$124,437,617	\$21,196,332
2041	\$124,437,617	\$21,196,332
2042	\$124,437,617	\$21,196,332
2043	\$124,437,617	\$21,196,332
2044	\$124,437,617	\$21,196,332
2045	\$124,437,617	\$21,196,332
2046	\$124,437,617	\$21,196,332
2047	\$124,437,617	\$21,196,332
2048	\$124,437,617	\$21,196,332
2049	\$124,437,617	\$21,196,332
2050	\$124,437,617	\$21,196,332
2051	\$124,437,617	\$21,196,332
2052	\$124,437,617	\$21,196,332
2053	\$124,437,617	\$21,196,332
2054	\$124,437,617	\$21,196,332
2055	\$124,437,617	\$21,196,332
2056	\$124,437,617	\$21,196,332
2057	\$124,437,617	\$21,196,332
2058	\$124,437,617	\$21,196,332

Fuente: Elaboración propia con información de la CEA Jalisco.

Finalmente, como parte de los flujos de costos del proyecto, se identificó que en el año 20 deberá realizarse una reinversión en equipos de bombeo, la cual se incorporó por un monto de \$706'544,400.00 en el año 2048 del escenario de evaluación.

V.2 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI.

Los beneficios identificados debido al proyecto son

- (1) Mayor consumo atribuible al mayor aporte de agua debido a la capacidad hidráulica de la infraestructura que permitirá utilizar el gasto autorizado para explotación
- (2) Liberación de recursos de agua de pipa debido a que podrá reducirse el programa emergente anual dado el mayor aporte de agua debido a la capacidad hidráulica de la infraestructura.
- (3) Liberación de recursos por ahorro en los costos de potabilización en la PP1 debido a la mejora en la calidad del agua al evitarse el abasto por el sistema del canal de Atequiza.
- (4) Beneficio por evitarse la pérdida de consumo de agua potable de la población ante un evento de falla de la línea de conducción.
- (5) Beneficio por ahorro de costos por las reparaciones emergentes ante un evento de falla de la línea de conducción.
- (6) Beneficio por ahorro de costos en el servicio de entrega de agua en pipas ante un evento de falla de la línea de conducción.
- (7) Liberación de recursos por ahorro de costos en el mantenimiento anual de la línea de conducción existente.

Para calcular los beneficios del proyecto, es indispensable contar con una función de demanda que determine la disposición a pagar de la población por el agua potable.

V.2.1 FUNCIÓN DE DEMANDA

Para el desarrollo de la función de la demanda, se utilizó el estudio “Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México” que realizó la CONAGUA en el 2012, del cual se obtuvieron las funciones de demanda de diferentes tipos de clima¹³.

La estimación de funciones de demanda de agua potable doméstica requiere de información específica, tanto sobre las características sociodemográficas y económicas propias del hogar como de su entorno físico, así como asociarla al nivel de consumo y al precio pagado. Para la AMG, la función de demanda que se aplica es la correspondiente al clima Cálido subhúmedo, de acuerdo con la clasificación de climas que corresponde a la región.

¹³ Comisión Nacional del Agua, (2008), Metodologías de Evaluación Socioeconómica para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población, SEMARNAT, México.

Tabla 48 Funciones de demanda por agrupamiento climático.

CLIMA	FUNCION	Elasticidad precio
Cálido Subhúmedo	$Q = e^{2.094} * P^{-0.322} * N^{0.445} * e^{0.040 * TMA} * e^{-0.361 * SD}$	-0.322

Fuente: Elaboración propia a partir de estudio de demanda de agua de CONAGUA.

Los datos de la zona que se obtuvieron y utilizaron para la determinación de la función de la demanda son los siguientes.

Tabla 49 Datos para la función de la demanda.

Municipio	Población ^{1/}	Índice de hacinamiento N ^{2/}	Tipo de clima	Temperatura media anual TMA ^{3/}	Precipitación (mm) ^{3/}
Guadalajara	1,385,629	3.46	Cálido Subhúmedo	23.5	984
Zapopan	1,476,491	3.46	Cálido Subhúmedo	23.5	1,007
Tlaquepaque	687,127	3.70	Cálido Subhúmedo	23.5	999
Tonalá	569,913	3.78	Cálido Subhúmedo	23.5	829
Tlajomulco de Zúñiga	727,750	3.42	Cálido Subhúmedo	19.3	783
Ixtlahuacán de los Membrillos	67,969	3.44	Cálido Subhúmedo	20.3	837
Juanacatlán	30,855	3.54	Cálido Subhúmedo	19.0	1,000
El Salto	232,852	3.72	Cálido Subhúmedo	19.7	1,000
Zapotlanejo	64,806	3.60	Cálido Subhúmedo	20.5	859.5
TOTAL	5,243,392	3.53	Cálido Subhúmedo	21.4	922.0

Nota: 1/ Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.

https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos

2/ Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas por entidad federativa. INEGI.

https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Vivienda_Vivienda_02_ada7bd46-f22e-4a3f-83a4-2a66d45baf66

3/ Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara y Sistema Meteorológico Nacional.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

Fuente: Elaboración propia.

Con dichos datos, se determina la función de la demanda.

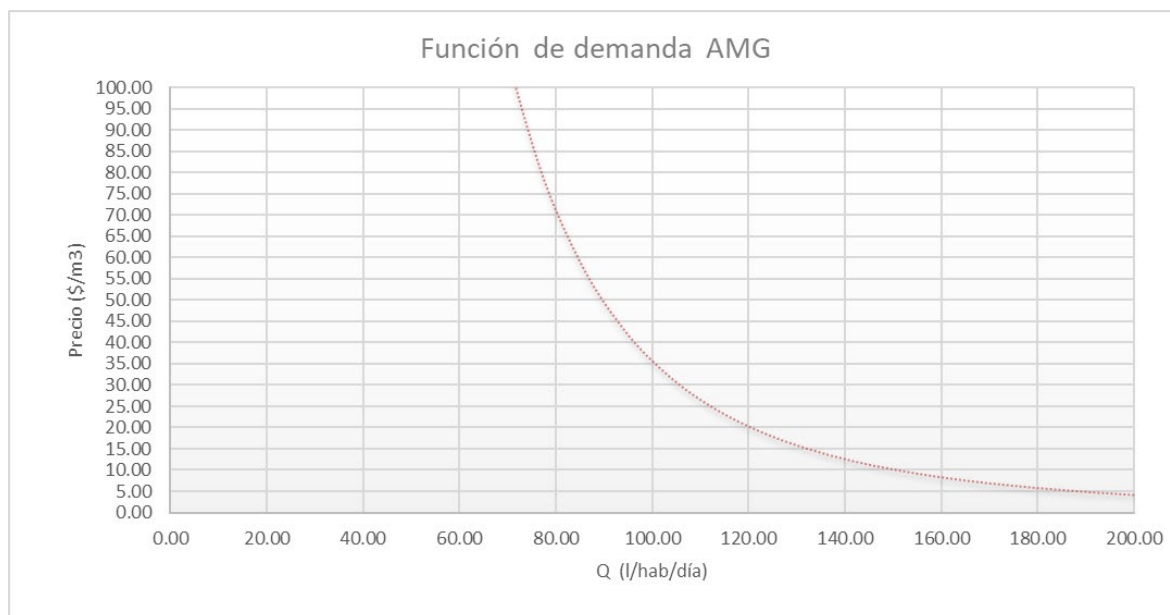
$$Q = e^{2.094} * P^{-0.322} * N^{0.445} * e^{0.04 * TMA} * e^{-0.361 * SD}$$

Por lo cual, sustituyendo los valores en la función:

$$Q = 33.67309082 * P^{-0.322}$$

Con lo cual se puede obtener la función de demanda para evaluar el proyecto.

Gráfica 11 Función de demanda para la AMG



Fuente: Elaboración propia.

V.2.2 BENEFICIOS POR MAYOR CONSUMO.

La estimación de los beneficios anuales corresponde a la diferencia entre el consumo de la oferta de agua en la situación sin proyecto, comparándose con el consumo que se obtendrá con la adición del proyecto a la oferta. En la situación sin proyecto, la extracción de agua del Lago de Chapala es 6.0 m³/s en promedio y con el proyecto podrá extraerse hasta 7.5 m³/s conforme a los derechos disponibles.

En caso de no ejecutarse el proyecto, se generarían paulatinamente mayores restricciones en el suministro de agua potable para los habitantes del AMG, de manera que se espera que sus niveles de consumo sean cada vez menores, con respecto a lo que estarían dispuestos a consumir ante las tarifas vigentes.

Una vez que la infraestructura de producción adicional del proyecto entre en operación, los habitantes del AMG podrán consumir los niveles de agua que su

disposición a pagar les permita, generando un beneficio social por mayor consumo de agua.

Para tal fin, se estimará el área bajo la función de demanda de cada año considerando el consumo sin y con proyecto.

El procedimiento es el siguiente.

1.- Se calculan los consumos sin y con proyecto, considerando la producción, pérdidas y consumos de otros usuarios.

Tabla 50 Proyección de los consumos sin proyecto.

AÑO	Consumos sin proyecto (l/hab/día)	Consumos sin proyecto (m3/toma/mes)
2026	91.8	9.7
2027	112.8	12.0
2028	113.6	12.0
2029	114.4	12.1
2030	115.2	12.2
2031	116.1	12.3
2032	117.0	12.4
2033	117.8	12.5
2034	118.7	12.6
2035	119.6	12.7
2036	118.8	12.6
2037	118.0	12.5
2038	117.2	12.4
2039	116.5	12.3
2040	115.8	12.3
2041	115.1	12.2
2042	114.5	12.1
2043	113.9	12.1
2044	113.3	12.0
2045	112.8	12.0
2046	112.3	11.9
2047	111.9	11.9
2048	111.4	11.8
2049	111.0	11.8
2050	110.6	11.7

2051	110.3	11.7
2052	109.9	11.7
2053	109.6	11.6
2054	109.3	11.6
2055	109.0	11.6
2056	108.8	11.5
2057	108.6	11.5
2058	108.4	11.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51 Proyección de los consumos con proyecto.

AÑO	Consumos con proyecto (l/hab/día)	Consumos con proyecto (m3/toma/mes)
2026	109.1	11.6
2027	100.3	10.6
2028	99.1	10.5
2029	84.2	8.9
2030	83.7	8.9
2031	91.2	9.7
2032	91.8	9.7
2033	112.8	12.0
2034	113.6	12.0
2035	129.9	13.8
2036	130.8	13.9
2037	131.8	14.0
2038	132.7	14.1
2039	133.7	14.2
2040	134.7	14.3
2041	135.7	14.4
2042	134.8	14.3
2043	133.9	14.2
2044	133.0	14.1
2045	132.2	14.0
2046	131.5	13.9
2047	130.7	13.9
2048	130.1	13.8
2049	129.4	13.7

2050	128.8	13.7
2051	128.3	13.6
2052	127.7	13.5
2053	127.2	13.5
2054	126.8	13.4
2055	126.3	13.4
2056	125.9	13.4
2057	125.5	13.3
2058	125.2	13.3

Fuente: Elaboración propia.

2.- Se determina el área bajo la función de la demanda

La diferencia entre estos consumos son los que determinaron la rentabilidad del proyecto al determinar el área bajo la función de demanda descrita anteriormente.

Para tal fin, se realiza la integración del área bajo la curva desde el consumo sin proyecto hasta el consumo con proyecto, cuidando que el precio implícito de dichos consumos no sea mayor que el de obtener el agua por un método alternativo, como es el agua en pipa.

A partir de la información obtenida mediante las encuestas realizadas por la CEA Jalisco, se observa que el precio del agua en pipa asciende a \$124.91/m³ (Pesos 2026), precio del cual no puede subir el precio implícito del proyecto.

El precio implícito se obtiene de igual forma con la función de demanda obtenida.

$$P = (Q/A)^{(1/e)}$$

$$A = 33.67309082$$

$$e = -0.322$$

Tabla 52 Precios implícitos sin y con proyecto.

AÑO	Precios implícitos sin proyecto	Precios implícitos con proyecto
2029	\$ 23.50	\$ 15.85
2030	\$ 22.98	\$ 15.50
2031	\$ 22.46	\$ 15.16
2032	\$ 21.94	\$ 14.81

AÑO	Precios implícitos sin proyecto	Precios implícitos con proyecto
2033	\$ 21.44	\$ 14.48
2034	\$ 20.94	\$ 14.15
2035	\$ 20.46	\$ 13.82
2036	\$ 20.91	\$ 14.12
2037	\$ 21.36	\$ 14.42
2038	\$ 21.80	\$ 14.71
2039	\$ 22.24	\$ 14.99
2040	\$ 22.66	\$ 15.26
2041	\$ 23.07	\$ 15.53
2042	\$ 23.46	\$ 15.78
2043	\$ 23.83	\$ 16.02
2044	\$ 24.19	\$ 16.26
2045	\$ 24.54	\$ 16.48
2046	\$ 24.87	\$ 16.69
2047	\$ 25.19	\$ 16.89
2048	\$ 25.50	\$ 17.08
2049	\$ 25.79	\$ 17.27
2050	\$ 26.08	\$ 17.45
2051	\$ 26.35	\$ 17.62
2052	\$ 26.61	\$ 17.78
2053	\$ 26.85	\$ 17.93
2054	\$ 27.08	\$ 18.06
2055	\$ 27.29	\$ 18.19
2056	\$ 27.47	\$ 18.30
2057	\$ 27.64	\$ 18.39
2058	\$ 27.78	\$ 18.47

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, el valor de este beneficio se hace en términos anuales y por el total de tomas para obtener el beneficio total anual atribuible al proyecto, mediante la integración del área bajo la curva.

Haciendo una analogía entre las variables matemáticas (X, Y) y las variables precio y demanda (Q, P), y observando la ecuación: $Q = f(P) = A \cdot P^e$ la función queda expresada en la siguiente forma:

$$P = f(Q) = \left(\frac{Q}{A}\right)^{\frac{1}{e}}$$

Cuya integral resulta ser:

$$\int P = \int_{Q_1}^{Q_2} \left(\frac{Q}{A}\right)^{\frac{1}{e}} dQ = \left[\frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} \cdot e} \right] \cdot Q^{\frac{1+e}{e}} \Bigg|_{Q_1}^{Q_2} = \left[\frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} \cdot e} \right] \cdot \left(Q_2^{\frac{1+e}{e}} - Q_1^{\frac{1+e}{e}} \right)$$

Es decir, que el beneficio se calcula con la fórmula:

$$beneficio := \frac{e}{A^{\frac{1}{e}} + A^{\frac{1}{e}} \cdot e} \cdot \left(Q_2^{\frac{1+e}{e}} - Q_1^{\frac{1+e}{e}} \right)$$

La estimación del área permite determinar la valoración de los beneficios anuales por el efecto por mayor consumo, los cuales se presentan en la tabla 53.

Tabla 53 Beneficios por mayor consumo (pesos 2026).

AÑO	
2026	\$0
2027	\$0
2028	\$0
2029	\$610,648,208
2030	\$605,145,507
2031	\$599,349,021
2032	\$593,321,179
2033	\$587,151,388
2034	\$580,891,929
2035	\$574,570,445
2036	\$587,135,196
2037	\$599,585,628
2038	\$611,852,620
2039	\$623,844,332
2040	\$635,498,010
2041	\$646,726,511
2042	\$657,499,065
2043	\$667,812,637

AÑO	
2044	\$677,677,440
2045	\$687,111,276
2046	\$696,147,463
2047	\$704,819,410
2048	\$713,158,183
2049	\$721,174,408
2050	\$728,866,637
2051	\$736,223,310
2052	\$743,200,365
2053	\$749,746,187
2054	\$755,798,086
2055	\$761,297,703
2056	\$766,219,332
2057	\$770,531,917
2058	\$774,264,310

Fuente: Elaboración propia.

V.2.3 BENEFICIOS POR LIBERACIÓN DE RECURSOS POR AHORRO DE COSTOS EN ABASTECIMIENTO CON PIPAS.

De conformidad con lo señalado en el diagnóstico, un amplio porcentaje de la población complementa su consumo mediante la compra de agua en pipa, misma que almacena en tambos, tinacos o cisternas. Estos costos han disminuido recientemente debido a las obras de infraestructura que ha llevado a cabo el gobierno del estado.

Este consumo no es tan significativo respecto del consumo diario, sin embargo, dada la ausencia de un programa de tandeos programados, la compra de agua en pipa sustituye a la incertidumbre de contar con el servicio.

De conformidad con los resultados del estudio realizado en 2015, el 42.3% de la población del AMG requiere agua de pipa debido a tandeos o baja presión en el sistema. Para la evaluación se consideró que disminuyó este porcentaje un 50% derivado de la mayor disponibilidad de agua en bloque.

Tabla 54 Beneficios por liberación de recursos de agua de pipa (pesos 2026).

AÑO	
2026	\$0
2027	\$0

AÑO	
2028	\$0
2029	\$528,246,943
2030	\$531,953,690
2031	\$535,502,950
2032	\$538,909,040
2033	\$542,196,121
2034	\$545,377,615
2035	\$548,460,679
2036	\$551,444,868
2037	\$554,319,442
2038	\$557,067,400
2039	\$559,666,821
2040	\$562,104,280
2041	\$564,360,989
2042	\$566,434,709
2043	\$568,329,914
2044	\$570,054,659
2045	\$571,618,785
2046	\$573,035,715
2047	\$574,317,082
2048	\$575,474,965
2049	\$576,514,285
2050	\$577,437,728
2051	\$578,244,399
2052	\$578,925,348
2053	\$579,470,734
2054	\$579,867,135
2055	\$580,103,364
2056	\$580,174,949
2057	\$580,077,862
2058	\$579,821,052

Fuente: Elaboración propia.

V.2.4 BENEFICIOS POR AHORRO DE COSTOS EN POTABILIZACIÓN Y OPERACIÓN DEBIDO AL ACUEDUCTO SUSTITUTO.

El proyecto del acueducto sustituto permitirá una reducción de costos de potabilización debido a que podrá dejar de utilizarse el antiguo sistema del canal de Atequiza como complemento. Asimismo, el acueducto sustituto podrá tener una reducción en los costos de bombeo ante la mejora de eficiencia de los equipos.

Tabla 55 Beneficios por liberación de recursos por ahorro de costos de potabilización y conducción (pesos 2026).

AÑO	
2026	\$0
2027	\$0
2028	\$0
2029	\$176,137,994
2030	\$176,137,994
2031	\$176,137,994
2032	\$176,137,994
2033	\$176,137,994
2034	\$176,137,994
2035	\$176,137,994
2036	\$176,137,994
2037	\$176,137,994
2038	\$176,137,994
2039	\$176,137,994
2040	\$176,137,994
2041	\$176,137,994
2042	\$176,137,994
2043	\$176,137,994
2044	\$176,137,994
2045	\$176,137,994
2046	\$176,137,994
2047	\$176,137,994
2048	\$176,137,994
2049	\$176,137,994
2050	\$176,137,994
2051	\$176,137,994
2052	\$176,137,994

AÑO	
2053	\$176,137,994
2054	\$176,137,994
2055	\$176,137,994
2056	\$176,137,994
2057	\$176,137,994
2058	\$176,137,994

Fuente: Elaboración propia.

V.2.5 BENEFICIOS POR COSTOS EVITADOS DEBIDO A LA PROBABILIDAD DE FALLA DEL ACUEDUCTO CHAPALA-GUADALAJARA.

De conformidad con lo señalado en el diagnóstico, un amplio porcentaje de la población complementa su consumo mediante la compra de agua en pipa, misma que almacena en tambos, tinacos o cisternas. Estos costos han disminuido recientemente debido a las obras de infraestructura que ha llevado a cabo el gobierno del estado.

Tabla 56 Proyección de beneficios ante eventos de fallas en el acueducto Chapala-Guadalajara (pesos 2026).

AÑO	CONSUMO NO PERDIDO EN EVENTOS DE FALLA	AHORRO DE COSTOS POR REPARACIONES EN EVENTOS DE FALLA	AHORRO DE COSTOS POR PIPAS EN EVENTOS DE FALLA
2026	\$0	\$0	\$0
2027	\$0	\$0	\$0
2028	\$0	\$0	\$0
2029	\$3,313,631	\$2,327,586	\$13,553,132
2030	\$3,260,890	\$2,327,586	\$13,553,132
2031	\$3,208,249	\$2,327,586	\$13,553,132
2032	\$3,155,908	\$2,327,586	\$13,553,132
2033	\$3,104,157	\$2,327,586	\$13,553,132
2034	\$3,053,149	\$2,327,586	\$13,553,132
2035	\$3,002,947	\$2,327,586	\$13,553,132
2036	\$3,052,010	\$2,327,586	\$13,553,132
2037	\$3,100,568	\$2,327,586	\$13,553,132
2038	\$3,148,394	\$2,327,586	\$13,553,132
2039	\$3,195,191	\$2,327,586	\$13,553,132
2040	\$3,240,763	\$2,327,586	\$13,553,132
2041	\$3,284,835	\$2,327,586	\$13,553,132

AÑO	CONSUMO NO PERDIDO EN EVENTOS DE FALLA	AHORRO DE COSTOS POR REPARACIONES EN EVENTOS DE FALLA	AHORRO DE COSTOS POR PIPAS EN EVENTOS DE FALLA
2042	\$3,327,325	\$2,327,586	\$13,553,132
2043	\$3,368,249	\$2,327,586	\$13,553,132
2044	\$3,407,662	\$2,327,586	\$13,553,132
2045	\$3,445,645	\$2,327,586	\$13,553,132
2046	\$3,482,328	\$2,327,586	\$13,553,132
2047	\$3,517,840	\$2,327,586	\$13,553,132
2048	\$3,552,299	\$2,327,586	\$13,553,132
2049	\$3,585,752	\$2,327,586	\$13,553,132
2050	\$3,618,203	\$2,327,586	\$13,553,132
2051	\$3,649,625	\$2,327,586	\$13,553,132
2052	\$3,679,877	\$2,327,586	\$13,553,132
2053	\$3,708,794	\$2,327,586	\$13,553,132
2054	\$3,736,175	\$2,327,586	\$13,553,132
2055	\$3,761,831	\$2,327,586	\$13,553,132
2056	\$3,785,682	\$2,327,586	\$13,553,132
2057	\$3,807,627	\$2,327,586	\$13,553,132
2058	\$3,827,764	\$2,327,586	\$13,553,132

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, debido a la operación del acueducto sustituto, se dejarán de erogar los costos de mantenimiento para el acueducto Chapala-Guadalajara por un monto anual estimado en \$387,931.03 ya que la infraestructura existente quedará solo para operar en caso de eventos extraordinarios.

V.3 CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.

Con base en las estimaciones de costos y beneficios anuales a precios de 2025, y considerando una tasa de descuento de 10%¹⁴, se calcularon los indicadores de rentabilidad. En la siguiente tabla se presenta la proyección de beneficios y costos.

¹⁴ Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Subsecretaría de Egresos. Unidad de Inversiones. Oficio 400.1.410.14.009 de fecha 3 de enero de 2014.

Tabla 57 Proyección de beneficios y costos sociales (pesos 2026).

AÑO	BENEFICIOS TOTALES	COSTOS TOTALES	FLUJO NETO DE EVALUACIÓN
2026	\$0	\$1,752,478,397	-\$1,752,478,397
2027	\$0	\$3,504,956,795	-\$3,504,956,794
2028	\$0	\$3,504,956,795	-\$3,504,956,795
2029	\$1,334,615,425	\$145,633,949	\$1,188,981,476
2030	\$1,332,766,729	\$145,633,949	\$1,187,132,780
2031	\$1,330,466,862	\$145,633,949	\$1,184,832,913
2032	\$1,327,792,770	\$145,633,949	\$1,182,158,820
2033	\$1,324,858,309	\$145,633,949	\$1,179,224,360
2034	\$1,321,729,336	\$145,633,949	\$1,176,095,387
2035	\$1,318,440,715	\$145,633,949	\$1,172,806,766
2036	\$1,334,038,717	\$145,633,949	\$1,188,404,768
2037	\$1,349,412,280	\$145,633,949	\$1,203,778,331
2038	\$1,364,475,058	\$145,633,949	\$1,218,841,109
2039	\$1,379,112,986	\$145,633,949	\$1,233,479,037
2040	\$1,393,249,697	\$145,633,949	\$1,247,615,748
2041	\$1,406,778,978	\$145,633,949	\$1,261,145,028
2042	\$1,419,667,742	\$145,633,949	\$1,274,033,793
2043	\$1,431,917,443	\$145,633,949	\$1,286,283,494
2044	\$1,443,546,404	\$145,633,949	\$1,297,912,455
2045	\$1,454,582,349	\$145,633,949	\$1,308,948,400
2046	\$1,465,072,150	\$145,633,949	\$1,319,438,201
2047	\$1,475,060,975	\$145,633,949	\$1,329,427,026
2048	\$1,484,592,090	\$852,178,349	\$632,413,741
2049	\$1,493,681,088	\$145,633,949	\$1,348,047,139
2050	\$1,502,329,212	\$145,633,949	\$1,356,695,263
2051	\$1,510,523,976	\$145,633,949	\$1,364,890,027
2052	\$1,518,212,233	\$145,633,949	\$1,372,578,284
2053	\$1,525,332,359	\$145,633,949	\$1,379,698,410
2054	\$1,531,808,039	\$145,633,949	\$1,386,174,090
2055	\$1,537,569,542	\$145,633,949	\$1,391,935,592
2056	\$1,542,586,606	\$145,633,949	\$1,396,952,657
2057	\$1,546,824,049	\$145,633,949	\$1,401,190,100
2058	\$1,550,319,770	\$145,633,949	\$1,404,685,821

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 58 se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 58 Indicadores de rentabilidad (pesos 2026).

Valor actual de los beneficios social (VABS)=	\$10,706,688,614
Valor actual de los costos social (VACS)=	\$9,056,867,963
Valor actual neto social (VANS)=	\$1,649,820,652
Tasa interna de retorno social (TIRS)=	12.17%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)=	13.02%

Fuente: Elaboración propia.

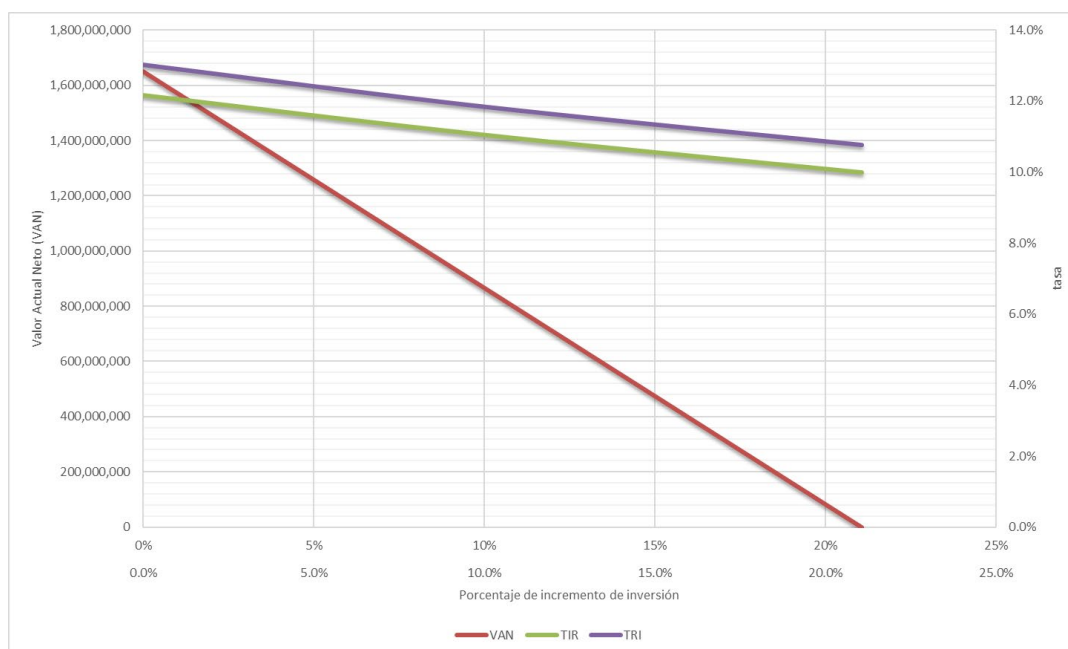
Como puede observarse, la rentabilidad es positiva y tanto la TIR como la TRI tienen valores superiores a la tasa social de descuento.

V.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

V.4.1 VARIACIÓN EN EL MONTO TOTAL DE INVERSIÓN.

Al realizar el análisis de sensibilidad de este parámetro, se determinó que para que el proyecto deje de ser rentable, es necesario que la inversión se incremente en más de 21%, por lo que deberá llevarse a cabo un adecuado seguimiento y control del proceso constructivo.

Gráfica 12 Sensibilidad a incrementos en el monto de inversión



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59 Sensibilidad a incrementos en el monto de inversión.

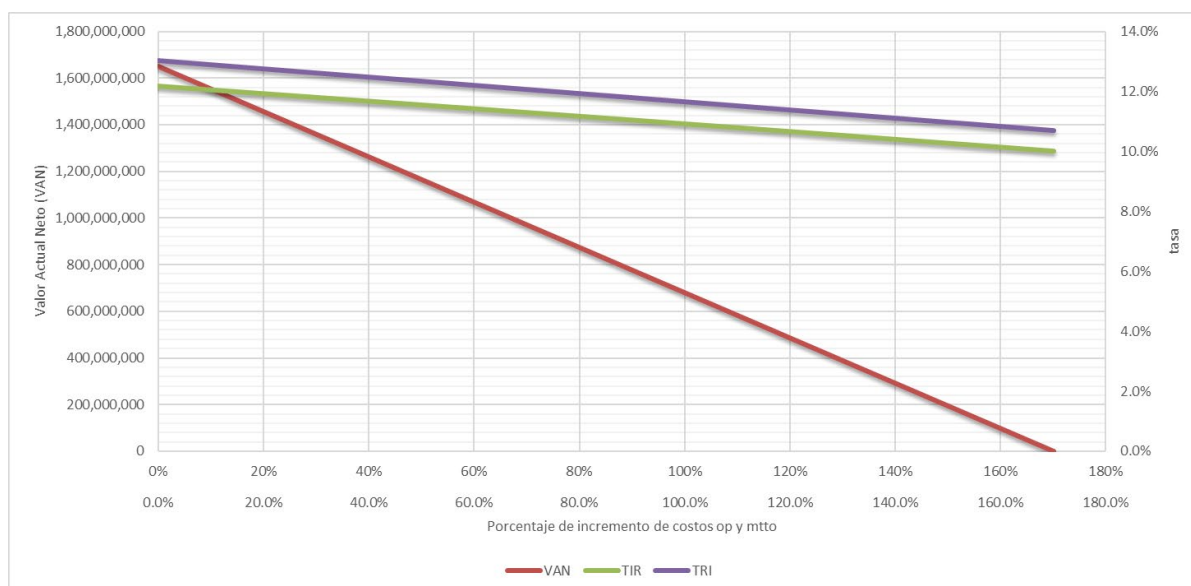
% incremento	VAN (Pesos de 2026)	TIR	TRI
0.0%	\$1,649,820,652	12.2%	13.0%
10.0%	\$866,274,525	11.1%	11.8%
21.1%	\$0	10.0%	10.8%

Fuente: Elaboración propia.

V.4.2 VARIACIÓN EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN.

Con respecto a esta variable, la sensibilidad es muy baja, ya que para que dejara de ser rentable se requiere que los costos se incrementen en más de 170.2%, por lo que se considera un escenario muy poco probable y por ende de bajo riesgo.

Gráfica 13 Sensibilidad a incrementos en los costos de operación



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60 Sensibilidad a incrementos en los costos de operación.

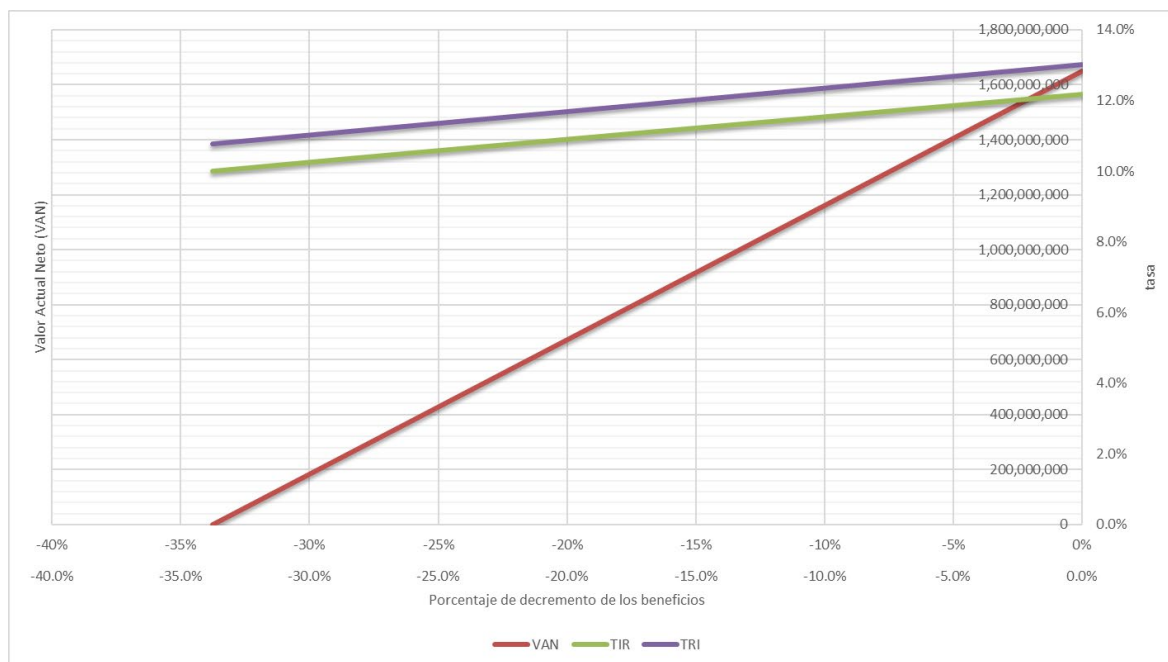
% incremento	VAN (Pesos de 2026)	TIR	TRI
0.0%	\$1,649,820,652	12.2%	13.0%
100.0%	\$680,347,285	10.9%	11.7%
170.2%	\$0	10.0%	10.7%

Fuente: Elaboración propia.

V.4.3 VARIACIÓN EN LOS BENEFICIOS POR MAYOR CONSUMO.

Con respecto a los beneficios, se estimó que tendrían que disminuir en más de 33.7% para que la rentabilidad del proyecto se volviera negativa, por lo que, dado que se trabajó con un escenario conservador, puede considerarse también de bajo riesgo.

Gráfica 14 Sensibilidad a disminución de los beneficios



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61 Sensibilidad a disminución de los beneficios por mayor consumo.

% decremento	VAN (Pesos de 2026)	TIR	TRI
0.0%	\$1,649,820,652	12.2%	13.0%
-25.0%	\$427,714,055	10.6%	11.4%
-33.7%	\$0	10.0%	10.8%

Fuente: Elaboración propia.

V.5 ANÁLISIS DE RIESGOS.

A partir de la revisión de los potenciales riesgos del proyecto, se identificaron los principales en el desarrollo del mismo.

Tabla 62 Matriz de riesgos.

	Riesgos	Clasificación	Medida de mitigación
1	Riesgo de adquisición de terrenos	Medio	Formalizar contrato de compra-venta. Convenios de ocupación previa. No iniciar el proyecto hasta tener el terreno.
2	Riesgo de demora en la aprobación de la adjudicación del contrato	Medio	Garantía de seriedad.
3	Riesgo en la participación de los concursantes	Medio	Documentos de licitación adecuados. Promoción.

	Riesgos	Clasificación	Medida de mitigación
4	Riesgo en la información para participantes	Medio	Integración de un apéndice técnico lo más completo. Bases claras y concretas.
5	Riesgo de diseño	Bajo	Proyecto ejecutivo concluido, supervisión y GEP eficiente. Revisar bases. Supervisión eficiente. Revisión de oferta técnica exhaustiva. Tiempo suficiente para elaborar propuestas.
6	Riesgo de sobrecostos en la construcción	Medio	Proyecto ejecutivo concluido, supervisión y GEP eficiente. Revisar bases. Supervisión eficiente. Revisión de oferta técnica exhaustiva. Tiempo suficiente para elaborar propuestas.
7	Riesgos de atrasos en el desarrollo de la construcción de obras	Alto	Proyecto ejecutivo concluido, supervisión y GEP eficiente. Revisar bases. Supervisión eficiente. Revisión de oferta técnica exhaustiva. Tiempo suficiente para elaborar propuestas.
8	Riesgo Operativo	Bajo	Supervisión.
9	Riesgo de discontinuidad del servicio	Medio	Seguros
10	Riesgo ambiental	Medio	Supervisión. Sanciones en contrato. Vigilancia.
11	Riesgo tasa de interés	Medio	Coberturas.
12	Riesgo tipo de cambio	Medio	Coberturas.

Fuente: CEA Jalisco.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El crecimiento del Área Metropolitana de Guadalajara sumado a que es uno de los centros de población más importantes del país debido a sus actividades económicas y sociales, requiere contar con una infraestructura que permita un servicio continuo de agua potable para la población. Durante los últimos años, se han ejecutado diversas acciones que han permitido incrementar la disponibilidad de agua en bloque para la metrópoli, sin embargo, ahora se requiere garantizar la operación del sistema de abastecimiento.

La importancia de planear el abasto de agua en este contexto es que el aumento de la población y la expansión urbana generan una mayor demanda de agua potable, que puede superar la oferta disponible y provocar problemas de escasez, contaminación y conflictos por el uso del recurso. Por eso, se necesita una visión futura sobre los mejores aprovechamientos de las concesiones disponibles del agua potable mediante la optimización de la infraestructura para hacer frente al crecimiento poblacional, y además políticas públicas que fomenten la eficiencia, la equidad, la calidad y la sustentabilidad del servicio.

El escenario de evaluación contempló un esquema de abastecimiento de agua potable sostenible en el largo plazo, el cual mantenga en equilibrio la explotación de los acuíferos. Por otra parte, en lo que corresponde a la demanda, se trabajó con supuestos razonables en cuanto a su crecimiento futuro, mismos que pueden considerarse conservadores.

El balance oferta-demanda, por las razones anteriores se considera conservador en gran medida, y realmente el Estado de Jalisco deberá de seguir buscando alternativas que permitan cubrir el déficit de agua en el largo plazo.

Tabla 63 Indicadores de rentabilidad socioeconómica (año 0=2026).

Indicador	Pesos de 2026
Valor actual neto social	\$1,649,820,652
Tasa interna de retorno social	12.17%
Tasa de rentabilidad inmediata social	13.02%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el valor actual neto es positivo y tanto la TIR como la TRI tienen un valor superior a la tasa de descuento social (10%), por lo que cumplen con el criterio establecido para determinar la conveniencia del proyecto.

En lo correspondiente a la sensibilización de variables, se trabajó con la inversión, los costos de operación y mantenimiento, así como con los beneficios por mayor consumo, manteniendo la rentabilidad del proyecto ante variaciones superiores al 25%. En el caso de la inversión tiene una sensibilidad hasta 21%, pero se considera adecuado toda vez que se cuenta con el proyecto ejecutivo de la obra.

Por lo antes expuesto y de conformidad con el análisis realizado, se concluye que el proyecto es socialmente rentable, por lo que resulta viable su ejecución.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua, *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican*, SEMARNAT, México. Publicado en el Diario Oficial de la Federación en los años 2007, 2009, 2013, 2015, 2018, 2020.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4996252&fecha=13/08/2007

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5107344&fecha=28/08/2009

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5327360&fecha=20/12/2013

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389380&fecha=20/04/2015

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510042&fecha=04/01/2018

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5600593&fecha=17/09/2020

Comisión Nacional del Agua, (2015), *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población)*, SEMARNAT, México.

Comisión Nacional del Agua, (2012), *Estimación de los Factores y Funciones de la Demanda de Agua Potable en el Sector Doméstico en México. Informe Final*, CIDE, Octubre, México.

Gobierno del estado de Jalisco, (2025), *Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza 2024-2030 “Hacia una Ruta Sustentable para las Niñas y Niños, con una Visión 2050”*, Jalisco, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2020), *Informe de Actividades y Resultados*, Enero-Diciembre 2020, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2021), *Informe de Actividades y Resultados*, Enero-Diciembre 2021, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2022), *Informe de Actividades y Resultados*, Enero-Diciembre 2022, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2023), *Informe de Actividades y Resultados*, Enero-Diciembre 2023, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2024), *Informe de Actividades y Resultados*, Enero-Diciembre 2024, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2025), *Informe de Actividades y Resultados*, Enero-Diciembre 2025, México.

Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, (2018), *Diagnóstico Integral de Planeación*, México.

Presidencia de la República, (2025), Plan Nacional de Desarrollo 2025 - 2030, México.

Páginas web

www.ceajalisco.gob.mx

www.gob.mx/conapo

www.inegi.org.mx

www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/

www.siapa.gob.mx

www.smn.cna.gob.mx/es/

<http://iam.cucei.udg.mx/sites/default/files/datos1991-2020-prom.png>

<https://www.dof.gob.mx/>